# Equipamentos elétricos e eletrônicos

TÉCNICO EM
MEIO AMBIENTE E MANUTENÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA ESCOLAR

Brasília – 2009

**Curso Técnico de Formação para os Funcionários da Educação**

# Apresentação

Você, funcionário de escola pública, com este módulo, dará continuidade ao *Profuncionário*, curso profissional de nível médio a distância que vai habilitá-lo a exercer, como técnico, uma das profissões não docentes da educação escolar básica.

A eficiência da escola em que você trabalha é dada por todo um conjunto de soluções que tem por objetivo otimizar o uso do espaço, tornando este local um ambiente agradável, limpo, em perfeito funcionamento. Afinal, você, seus colegas educadores e os estudantes passam boa parte do dia na escola. Medidas que tenham como objetivo reduzir, ao máximo, o custo operacional da escola, incluindo o consumo energético de água e luz e a correta manutenção e conservação dos equipamentos são de grande importância. E você poderá colaborar com isso!

## Objetivo

Este módulo tem como um dos objetivos ampliar seus conhecimentos sobre o fornecimento da energia elétrica, desde sua geração até o destino final. Iremos abordar a importância da boa iluminação dos ambientes e conhecer os diversos tipos de lâmpadas, bem como os demais equipamentos e acessórios elétricos que contribuem para que a energia elétrica chegue até a escola, nas tomadas e/ou nas lâmpadas. Este módulo também tem como objetivo entender um projeto elétrico, desde sua concepção, oferecendo conhecimentos que permitam que você faça o correto uso e manutenção da sua escola.

## Ementa

Eletricidade como fonte de energia. Fundamentos teóricos e aplicações na escola. Iluminação de ambientes externos e internos ao prédio escolar. Equipamentos e gasto de energia: estrutura e funcionamento. Ventilação e condicionamento artificiais do ar. Instalações elétricas. Manutenção e reparo de instalações e equipamentos. Aparelhos eletrônicos: manuseio, manutenção e reparos. Progresso científico e impacto ambiental da produção de energia.

# 1

# Eletricidade como fonte de energia

## 1.1 Introdução

A energia, nas suas diversas formas, é indispensável à sobrevivência da espécie humana. A energia dos braços para segurar e levantar coisas; a energia das pernas para se locomover. Mais do que sobreviver, o homem procurou sempre evoluir, descobrindo fontes e maneiras alternativas de se adaptar ao ambiente em que vive e de atender às suas necessidades. Dessa forma, a exaustão, a escassez ou a inconveniência de um recurso tendem a ser compensadas pelo surgimento de outro. Um dia inventou a alavanca para deslocar uma pedra, outro dia a roldana e a corda para puxar água de um poço.

Como suprimento energético, a eletricidade tornou-se uma das formas mais versáteis e convenientes de energia, passando a ser um recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países e regiões.

Atualmente, é enorme e crescente a influência que a energia elétrica exerce em todos os setores da atividade humana. Somos, a cada dia, mais dependentes desta energia, no lar, na escola, no trabalho, nos locais de lazer, de compras, enfim, em toda parte.

Os avanços tecnológicos na geração, na transmissão e no uso final de energia elétrica permitem que ela chegue aos mais diversos lugares do planeta, transformando regiões desocupadas ou pouco desenvolvidas em pólos industriais e grandes centros urbanos.

Apesar de os avanços tecnológicos e benefícios proporcionados pela energia elétrica, cerca de um terço da população mundial ainda não tem acesso a esse recurso; dos dois terços restantes, uma parcela considerável é atendida de forma muito precária.

No Brasil, a situação é menos crítica, mas ainda muito preocupante. Apesar da grande extensão territorial do país e da abundância de recursos energéticos, há uma grande diversidade regional e uma forte concentração de pessoas e atividades econômicas em regiões com problemas de suprimento energético. Como revelado no último **censo demográfico**, mais de 80% da população brasileira vive na zona urbana. A grande maioria desse contingente está na periferia dos grandes centros urbanos, onde as condições de infra-estrutura são deficitárias. Os que vivem em zonas rurais afastadas estiveram privados de redes de distribuição de eletricidade e tinham de

***Censo demográfico** é o conjunto de dados estatísticos sobre a população de um país. No Brasil, os censos demográficos são realizado de 10 em 10 anos e o Instituto Brasileiro de Geografia e e Estatística (IBGE) é, por lei, o órgão responsável pela sua realização.*

dispor de geradores próprios, de custo às vezes inacessível. Recentemente, o **Programa Luz para Todos** fez chegar energia elétrica a mais de três milhões de residências do campo.

No entanto, grande parte dos recursos energéticos do país se localiza em regiões pouco desenvolvidas, distantes dos grandes centros consumidores e sujeitos a restrições ambientais. Promover o desenvolvimento econômico–social dessas regiões, preservar a sua diversidade biológica e garantir o suprimento energético das regiões mais desenvolvidas são alguns dos desafios da sociedade brasileira.

IMPORTANTE

***Informe-se sobre os problemas atuais de suprimento de energia elétrica no Brasil. Você se lembra do "apagão" de 2001? O que se fez para superá-lo na ponta do consumo e na de produção de energia? Entreviste algum engenheiro de sua cidade e pergunte o que ele acha sobre a construção de usinas atômicas e hidrelétricas no Brasil. Registre em seu memorial.***

## 1.2 Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica

***Você sabe como é gerada a energia elétrica?***

No Brasil, o consumo de eletricidade, que era de cerca de 213 GWh (giga watts hora) em 1991, chegou a quase 306 GWh em 2000, observando-se uma redução no ano seguinte para 282 GWh, em função de práticas de racionalização de consumo durante e depois da ocorrência do racionamento de energia ocorrido em 2001, conhecido como período do "apagão".

***1 GWh= 109 Wh, ou seja, 1 bilhão de Watts x hora. Mais à frente você aprenderá sobre esta unidade de pótência (Watt).***

Em termos setoriais, dados de 2003 mostram que o setor industrial é responsável por 41,1% do consumo nacional, e o setor residencial é o segundo maior consumidor de energia elétrica no país.

### 1.2.1 Geração de energia elétrica

***A energia elétrica pode ser gerada industrialmente pelo uso da energia potencial da água, denominada geração hidroelétrica, ou utilizando a energia potencial dos combustíveis, denominada geração termoelétrica.***

O sistema de geração de energia elétrica do Brasil é basicamente **hidrotérmico** – que consiste na geração de energia a partir do movimento da água e/ou de geração de calor – com forte predominância de usinas hidrelétricas. Isto ocorre porque o nosso país possui um rico potencial hidráulico, ou seja, água em abundância. Podemos citar como usinas hidrelétricas brasileiras as usinas de Itaipu (foto), Ilha Solteira, Paulo Afonso, Jupiá e Furnas.

***Saiba mais sobre energia hidráulica no site: http://www.abcdaenergia.com/enervivas/cap06.htm.***

**Usina hidrelétrica de Itaipu**

Fonte: Disponível em: <www.itaipu.gov.br>

O uso da energia hidráulica foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico, particularmente para bombeamento de água e moagem de grãos. Tinha a seu favor, para tanto, as seguintes características: disponibilidade de recursos, facilidade de aproveitamento e, principalmente, seu caráter renovável.

A energia hidráulica resulta da irradiação solar e da energia potencial gravitacional, que provocam a evaporação, a condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre. Ao contrário das demais fontes renováveis, a energia hidráulica representa uma parcela significativa da **matriz energética**

***Matriz energética***
***Conjunto de fontes de energia disponíveis para uso.***

mundial e possui tecnologias de aproveitamento devidamente consolidadas. Atualmente, é a principal fonte geradora de energia elétrica para diversos países e responde por cerca de 17% de toda a eletricidade gerada no mundo.

A contribuição da energia hidráulica na matriz energética nacional, segundo o Balanço Energético Nacional (2003), é da ordem de 14%, participando com quase 83% de toda a energia elétrica gerada no país. Apesar da tendência de aumento de outras fontes de energia como eólica, solar, bem como os bicombustíveis, por causa das restrições socioeconômicas e ambientais de projetos hidrelétricos e dos avanços tecnológicos no aproveitamento de fontes não convencionais, tudo indica que a energia hidráulica continuará sendo, por muitos anos, a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil.

***Embora os maiores potenciais remanescentes estejam localizados em regiões com fortes restrições ambientais e distantes dos principais centros consumidores, estima-se que, nos próximos anos, pelo menos 50% da necessidade de expansão da capacidade de geração seja de origem hídrica.***

As termelétricas nacionais utilizam diversos combustíveis. Esses podem ser **fósseis**, como o petróleo e o carvão mineral; **não fósseis**, como a madeira e o bagaço de cana-de-açúcar ou nucleares, como o urânio enriquecido.

No Brasil, menos de 1% da energia elétrica vem de fontes nucleares e, aproximadamente, 8% têm origem térmica. No mundo, menos de 20% da energia gerada tem origem hidráulica e quase 80% têm origem térmica, distribuída em 17% de origem nuclear, 63% térmica e menos de 1% geotérmica, como por exemplo, o vapor e a água quente provenientes do interior da Terra.

As usinas hidrelétricas são construídas nos espaços onde melhor se podem aproveitar as afluências e os desníveis dos rios, geralmente situados em locais distantes dos centros consumidores. Assim, foi necessário desenvolver no país um extenso sistema de transmissão de energia.

Essa distância geográfica, associada à grande extensão territorial e às variações climáticas e hidrológicas do país, tende a ocasionar o excesso ou a escassez de produção hidrelétrica em determinadas regiões e determinados períodos do ano.

IMPORTANTE

Desde meados da década de 1970, a maior parte do sistema eletroenergético brasileiro é operado de forma coordenada, viabilizando a troca de energia entre as regiões, oferecendo menores custos e maior eficiência.

### 1.2.2 Transmissão de energia elétrica

A transmissão é o transporte da energia elétrica gerada até os centros consumidores. Tradicionalmente, o sistema de trasmissão é dividido em redes de transmissão e subtransmissão.

A rede primária é responsável pela transmissão de grandes "blocos" de energia, visando ao suprimento de grandes centros consumidores e a alimentação de eventuais consumidores de grande porte. A rede secundária, denominada de subtransmissão, é basicamente uma extensão da transmissão, objetivando o atendimento a pequenas cidades e consumidores industriais de grande porte. A subtransmissão faz a realocação dos grandes blocos de energia, recebidos de subestações de transmissão, entre as subestações de distribuição.

### 1.2.3 Distribuição de energia elétrica

A distribuição de energia elétrica corresponde a uma parte do sistema elétrico nos centros de utilização (cidades, bairros, indústrias). A distribuição começa na subestação abaixadora, onde a tensão da linha de transmissão é baixada para valores padronizados nas redes de distribuição primária.

***A parte final de um sistema elétrico é a subestação abaixadora para a baixa-tensão, ou seja, a tensão de utilização. No Brasil há cidades onde a tensão é de 220 V (Brasília, por exemplo) e outras 110 V (Rio de Janeiro e São Paulo, por exemplo). Mais à frente você irá aprender sobre V (volts) e sobre a tensão de utilização.***

As redes de distribuição, nos centros urbanos ou rurais, podem ser aéreas ou subterrâneas. Nas redes aéreas, os transformadores podem ser montados em postes ou em subestações abrigadas; e nas redes subterrâneas os transformadores deverão ser montados em câmaras subterrâneas.

A entrada de energia dos consumidores finais é denominada de ramal de entrada. As redes de distribuição primária e secundária são, normalmente, trifásicas. As ligações aos consumidores podem ser monofásicas, bifásicas ou trifásicas, de acordo com a carga de projeto definida pela demanda do mesmo.

***Na Unidade 5, você aprenderá a diferença entre as ligações monofásicas, bifásicas e trifásicas.***

A maior parte do serviço de distribuição de energia brasileiro é feita por empresas concessionárias. Como exemplo, em Brasília, a empresa concessionária é a Companhia Energética de Brasília (CEB). Existem também as permissionárias e as autorizadas, que são cooperativas de eletrificação rural, que atuam em mais de 1.400 municípios brasileiros.

As empresas concessionárias, na maioria dos estados brasileiros, principalmente nas Regiões Norte e Nordeste, possuem, como área de concessão de distribuição, os limites geográficos estaduais; em outros, principalmente em São Paulo e no Rio Grande do Sul, existem concessionárias com áreas de abrangência menores. Há, também, áreas de concessão descontínuas, que ultrapassam os limites geográficos do estado-sede da concessionária.

São elaborados contratos de concessão com as empresas prestadoras dos serviços de distribuição de energia em que ficam estabelecidas regras a respeito da tarifa, da regularidade, da continuidade, da segurança, da atualidade e da qualidade dos serviços e do atendimento prestado aos consumidores e aos usuários.

***1) Descubra qual a fonte de produção de energia elétrica da sua cidade e, se possível, faça uma visita ao local.***

***2) Procure saber qual a tensão elétrica da sua cidade e qual a empresa concessionária ou permissionária responsável pela distribuição da energia.***

# 2

## Das teorias da física às aplicações no cotidiano da escola

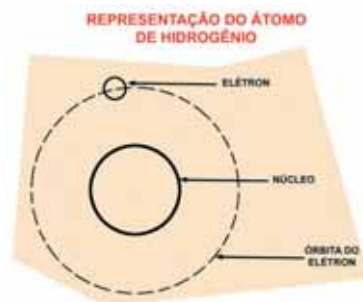
## 2.1 Noções básicas dos fundamentos da eletricidade

Geralmente, despertamos com o toque do despertador de um rádio relógio ou de um celular. Levantamos, acendemos a luz. Tomamos um banho quente, quase sempre em chuveiro elétrico. Preparamos um lanche com o auxílio de uma torradeira. Alguma coisa nos ajuda no dia-a-dia, desde a hora em que acordamos: **a eletricidade**.

***Você já imaginou o mundo sem eletricidade? Não existiria nenhum dos equipamentos que precisamos no dia-a-dia. Nem o rádio, nem a televisão ou as máquinas comandadas por computadores e robôs. Para imaginarmos o mundo sem eletricidade, temos de regredir mais de cem anos. Foi em 1875 que os primeiros geradores de eletricidade, os dínamos, foram aperfeiçoados para se tornarem fontes de suprimento, fornecendo eletricidade para as lâmpadas de uma estação na França.***

***Mas o que é eletricidade?***

## 2.2 Eletricidade

Eletricidade é a manifestação de uma forma de energia associada a cargas elétricas paradas ou em movimento. Os detentores das cargas elétricas são os elétrons, partículas minúsculas que giram em volta do núcleo dos átomos que formam as substâncias. A figura a seguir representa um átomo de hidrogênio, um dos elementos químicos mais simples da natureza.

Na Grécia antiga, já se conhecia a propriedade do âmbar de atrair partículas de pó ao ser esfregado em outro material. O âmbar é uma resina fóssil amarela, semitransparente e quebradiça, que na língua grega é chamado de elektron. Talvez tenha saído daí o nome da eletricidade.

Ocorre que certos materiais perdem cargas elétricas (elétrons) quando atritados com outros ou, dependendo do material atritado, ganham cargas elétricas ao invés de perdê-las.

IMPORTANTE

***Quando ganham, dizemos que ficam carregados negativamente, pois convencionou-se dizer que os elétrons possuem cargas negativas. Quando perdem elétrons, ficam carregados positivamente. Estando eletricamente carregado, o material é capaz de atrair corpos eletricamente neutros e cargas com sinais opostos.***

***Este fato pode ser verificado facilmente. Por exemplo, um pente depois de ser atritado várias vezes contra o cabelo atrai pedaços pequenos de papel picado. Esta forma de eletricidade chama-se eletrostática.***

## 2.3 Tensão, corrente e resistência elétrica

Em 1800, o italiano **Alessandro Volta** inventou a pilha elétrica. Ele observou que dois metais diferentes, em contato com as pernas de uma rã morta, fizeram a perna da rã se movimentar. Concluiu então, acertadamente, que o movimento da perna da rã se devia à passagem de elétrons, a que ele denominou corrente elétrica.

***Acesse o site: http://fisica.cdcc.sc.usp.br/Cientistas/AlessandroVolta.html e conheça um pouco mais a história desse grande cientista.***

Mais tarde, Volta descobriu que os elétrons se movimentavam de um metal para outro, através da perna da rã, impulsionados por uma diferença de cargas elétricas entre os metais. Essa diferença, capaz de provocar o movimento ordenado dos elétrons de um metal para outro, é chamada hoje de tensão elétrica ou diferença de potencial elétrico. A unidade de medida de tensão elétrica é o volt, em homenagem a Alessandro Volta.

***Tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, capaz de gerar movimento ordenado dos elétrons entre um ponto e outro.***

A pilha de Volta, ou pilha voltaica, ou qualquer gerador de tensão elétrica são capazes de manter entre seus pólos uma diferença de potencial. Há o pólo positivo, que tem menos elétrons, e o negativo, que tem mais elétrons.

Um material condutor (como o fio de cobre, no qual os elétrons se movimentam de um átomo a outro com mais facilidade), quando é ligado entre os dois pólos do gerador, permite a passagem de corrente elétrica no sentido do negativo para o positivo. O corpo que tem menos elétrons tende a atrair os elétrons do corpo que tem mais.

*Michael Faraday é originário de uma família humilde, Faraday era o terceiro filho de um ferreiro de Newington, subúrbio de Londres, onde nasceu em 22 de setembro de 1791. Com apenas treze anos, Faraday foi obrigado a abandonar os estudos e procurar trabalho, colocando-se a serviço do livreiro G. Riebau. Além de lhe ensinar a arte de encadernar – que Michael passou a praticar com rara perfeição –, o velho livreiro também lhe facilitou o acesso aos livros, abrindo ao garoto o mundo do conhecimento. O próprio Faraday conta o quanto se deliciava com essas leituras, sobretudo quando teve em mãos, para encadernar ou vender,* **As conversações em química***, de Marcet, e as maravilhosas teorias sobre eletricidade que encontrou na* **Enciclopédia britânica***.*

As figuras representam um circuito elétrico. Qualquer caminho fechado por onde possa passar a corrente elétrica forma um circuito elétrico. O circuito também pode ser desenhado com símbolos:

pilha gerando corrente em um condutor com a pilha substituída pelo seu símbolo

***Em outras palavras, corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor quando existe uma diferença de potencial elétrico entre suas extremidades. Então, a corrente elétrica é a quantidade de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, na unidade de tempo.***

Um gerador elétrico é uma máquina que funciona como se fosse uma bomba, criando energia potencial. Esta energia potencial acumula cargas em um pólo. Dessa forma, um pólo fica com excesso de cargas e o outro com *déficit* de cargas. O gerador provoca uma diferença de potencial entre seus terminais. Se o terminal for um circuito fechado, teremos uma corrente elétrica.

É assim que funciona um circuito elétrico: temos o "gerador" de energia elétrica, que vem da concessionária da cidade, os "condutores", que são os fios elétricos, e o circuito é "fechado" quando acionamos o interruptor para acender uma lâmpada, por exemplo, criando uma diferença de potencial, "passando" então a corrente e acendendo a luz.

A corrente elétrica provocada por uma pilha é chamada **corrente contínua**, pois sempre percorre o circuito no mesmo sentido. Assim também é a corrente gerada pelas baterias dos automóveis.

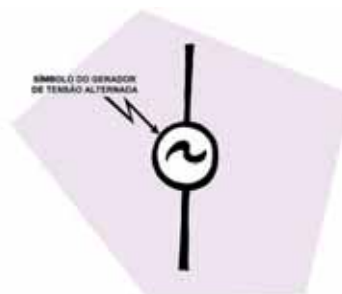
***Corrente contínua é o movimento ordenado de cargas elétricas que ocorre sempre no mesmo sentido, do pólo negativo de uma fonte para o pólo positivo. Convencionou-se, no entanto, que o sentido da corrente, para efeito de análise dos circuitos, é o sentido do pólo positivo para o negativo.***

As máquinas utilizadas na automação necessitam de corrente contínua para movimentar certos tipos de motores e grande parte dos componentes eletrônicos.

Em 1831, **Michael Faraday** observou que ímãs em movimento dentro de circuitos fechados dão origem à corrente elétrica.

Outra coisa que Faraday percebeu, usando instrumentos sensíveis ao movimento dos elétrons, foi que, afastando-se o ímã do circuito, o sentido da corrente mudava. Assim, com movimentos de aproximação e afastamento do ímã, produziu-se, pela primeira vez, uma corrente elétrica que mudava de sentido. Isto recebeu o nome de **corrente alternada**.

Corrente alternada corresponde ao movimento ordenado de cargas elétricas, porém com sentido que muda de um instante para outro. A freqüência com que a corrente alternada muda de sentido depende do tipo de gerador utilizado.

As usinas geradoras de energia elétrica produzem tensão e correntes alternadas. O símbolo de um gerador de tensão alternada é mostrado na figura abaixo. Este é o tipo de tensão que encontramos nas tomadas de nossas residências e fábricas.

Observe que não existe definição de qual seja o pólo positivo ou negativo. O que de fato ocorre é que a polaridade da tensão alternada se inverte várias vezes a cada segundo. No Brasil, em razão da velocidade com que giram as turbinas das nossas hidrelétricas, a polaridade da tensão alternada inverte-se sessenta vezes a cada segundo.

As máquinas que necessitam de corrente contínua devem possuir um dispositivo capaz de converter a tensão alternada recebida da rede elétrica para a tensão contínua necessária, num esquema como o da figura a seguir.

Para distribuir a eletricidade, foram inicialmente utilizados condutores de ferro, depois eles foram substituídos pelos de cobre, que é um melhor condutor elétrico.

Elétrons em movimento chocam-se com os átomos do material condutor. Isto dificulta a passagem de corrente elétrica. A esta oposição à passagem de corrente elétrica dá-se o nome de resistência elétrica, e seu símbolo é mostrado na figura a seguir. Sua unidade de medida é o ohm.

Foi o cientista alemão Georg Simeon Ohm quem estabeleceu a lei que tem o seu nome, Lei de Ohm, e inter-relaciona as grandezas tensão, corrente e resistência. Esta relação é dada pela equação: $U = R \times i$, onde:

$U$ = tensão ou diferença de potencial, em volts;

$R$ = resistência, em ohms;

$i$ = intensidade de corrente, em amperes.

## 2.4 Potência elétrica

***Para se executar qualquer movimento ou produzir calor, luz, radiação, etc., é preciso despender energia. A energia aplicada por segundo em qualquer dessas atividades é denominada potência.***

A eletricidade, convertida em outra forma de energia, pode ser utilizada em diversas situações comuns. É o caso, por exemplo, do chuveiro elétrico, que aquece a água que passa pela sua resistência elétrica. Dizemos que o chuveiro converte energia elétrica em energia térmica.

Os motores elétricos, como por exemplo, o motor de um liquidificador, quando recebem tensão, giram seu eixo. Dizemos que os motores convertem energia elétrica em energia mecânica, possibilitando que outros corpos sejam movimentados por meio do giro de seu eixo.

Os gases das lâmpadas fluorescentes emitem luz ao serem percorridos pela corrente elétrica. Dizemos que as lâmpadas convertem energia elétrica em energia luminosa.

***Você conseguiria observar outras situações em que a energia elétrica é convertida em outra forma de energia, a fim de gerar alguma coisa útil à sociedade? Descreva-as.***

A quantidade de energia que um sistema elétrico é capaz de fornecer depende da tensão e da corrente do sistema elétrico. Mais precisamente, chamamos de potência elétrica, cujo símbolo é a letra P, a capacidade de fornecimento de energia num certo intervalo de tempo.

A unidade de medida da potência elétrica é o watt, em homenagem ao inventor de motores, o escocês James Watt (1736–1819).

Assim, potência elétrica é a capacidade de fornecimento de energia elétrica por unidade de tempo. Para o sistema que recebe a energia elétrica e a converte em outra forma de energia, a potência elétrica representa a capacidade de absorção e conversão de energia num dado intervalo de tempo.

Em eletricidade, a potência é o produto da tensão pela corrente, ou seja, P = U x i, sendo:

P = potência, em watts;

U = tensão, em volts;

i = intensidade de corrente, em ampères.

***Como a unidade watt é, muitas vezes, pequena para exprimir os valores de um circuito, usamos o quilowatt (kW): 1 kW = 1000 watts.***
***A potência fornecida por uma hidrelétrica é muito elevada e por isso utilizamos o GW (giga= 109, ou seja, 1 bilhão).***

*Qual a potência necessária para fazer girar um motor elétrico cuja tensão é de 220 volts e a corrente necessária é de 20 amperes?*

## 2.5 Energia elétrica

Energia é tudo aquilo capaz de produzir calor, trabalho mecânico, luz, radiação, etc. A energia elétrica é um tipo especial de energia, por meio da qual podemos obter esses efeitos. Ela é usada para transmitir e transformar a energia primária da fonte produtora que aciona os geradores em outros tipos de energia. Com o simples acionamento de um interruptor de uma lâmpada, temos à nossa disposição a energia elétrica.

A energia é a potência utilizada ao longo do tempo. No exemplo anterior, se o motor ficar ligado durante 2 horas, a energia consumida será a potência vezes o tempo, ou seja, a potência necessária seria de 220 x 20 = 4400 W ou 4,4 kW. E a energia consumida seria 4,4 x 2 (tempo de funcionamento em horas) = 8,8 kWh.

*Então, o quilowatt-hora (KWh) é a unidade que exprime o consumo de energia na sua escola. Por esta razão na "conta de luz" que sua escola recebe no fim do mês, está registrado o número de kWh gasto, o valor a ser pago dependendo do preço do kWh e de outras taxas que são incluídas na conta.*

*Verifique na conta de energia da sua escola, quantos kWh são consumidos de energia por mês. Compare com alguma conta anterior. Procure identificar os equipamentos que consomem mais energia na escola e elabore alternativas para minimizar essa situação. Depois, leia a conta de energia de sua casa e faça o mesmo.*

# 3

# Iluminações dos ambientes

## 3.1 A importância da boa iluminação

Quando usamos a iluminação de forma racional, ela apresenta uma série de benefícios, entre os quais a proteção à visão humana e a influências benéficas sobre o sistema nervoso vegetativo, que comanda o metabolismo e as funções do corpo. Assim, uma boa iluminação faz com que se eleve o rendimento do trabalho e diminuam os erros e os acidentes, gerando mais conforto, bem-estar e segurança.

***Paradoxalmente, é exatamente neste uso final de energia elétrica – a iluminação – onde mais ocorrem os desperdícios. É importante observar, quer na escola em que você trabalha, quer em sua casa, o quanto as luzes permanecem acesas durante o dia e a noite. As lâmpadas inutilmente acesas não podem ser simplesmente ignoradas. Apagá-las é uma atitude sadia, tanto social quanto ecologicamente correta.***

Os sistemas de iluminação devem proporcionar um ambiente visual adequado, fornecendo a luz necessária à realização de tarefas visuais a serem executadas pelos ocupantes do ambiente. A luz deve ser fornecida e direcionada à superfície de trabalho para que os ocupantes possam desenvolver melhor suas atividades.

Para que o projetista defina a iluminação de um ambiente, ele precisa saber qual atividade será desenvolvida no local. Nas escolas, temos diferentes necessidades de iluminação, de acordo com os ambientes: salas de aulas e de reuniões, auditórios, sanitários, cantina, pátios de recreação, portaria, etc.

A quantidade de luz desejada e necessária para qualquer instalação depende da tarefa a ser executada. O grau de habilidade requerida, a minuciosidade do detalhe a ser observado, a cor, a refletividade da tarefa, assim como os arredores imediatos afetam as necessidades de iluminância, que produzirão as condições de visibilidade máxima.

Os iluminamentos recomendados são baseados nas características das tarefas visuais e nos requerimentos de execução, sendo maiores para o trabalho envolvendo muitos detalhes, trabalhos precisos e trabalhos de baixos contrastes.

As tarefas visuais, apesar de serem em número ilimitado, podem ser classificadas de acordo com certas características comuns, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5413 – Iluminância de interiores – que estabelece os valores de iluminâncias médias em serviço para iluminação artificial em interiores onde se realizam atividades específicas. Esta norma permite flexibilidade na determinação dos níveis de iluminação, em três variáveis:

1. A idade do observador: pessoas mais "idosas" necessitam de mais luz para desenvolver a mesma atividade que pessoas jovens.

2. Velocidade e acuidade do desempenho visual: necessidades críticas exigem mais luz que as casuais, ou seja, quanto maior o grau de precisão requerido para executar a tarefa, maiores serão os níveis de iluminação exigidos.

3. Refletância da tarefa em relação ao fundo: grande diferença de refletâncias entre a tarefa e o seu entorno próximo podem reduzir o contraste e o desempenho visual e/ou causar desconforto visual.

IMPORTANTE

***Estas informações fazem com que os gestores da educação reflitam. Qual será a clientela da escola? Somente crianças ou também adultos? Qual será o horário das atividades? Somente diurno ou também noturno? Que tipos de atividade visual serão exigidos nos processos de ensino, estudo e aprendizagem?***

Cabe também aos projetistas e aos gestores, sempre que possível, ter uma outra preocupação, relacionada com a entrada de luz natural (direta e indireta) no ambiente. Salas de aula com janelas amplas, que possam oferecer ventilação e visibilidade (entrada de luz natural), um bom espaço físico e tranqüilidade influenciam positivamente na melhoria do desempenho dos estudantes (SOUZA, 2005). A luz natural oferece qualidade da luz, comunicação visual com o meio externo, conservação dos recursos naturais, redução do consumo de energia e benefícios psicológicos.

A utilização da iluminação natural deve ser avaliada na concepção inicial do projeto e deve levar em conta a variação diária e sazonal da luz solar para fornecer iluminação adequada por

maior tempo e menor carga térmica possíveis. Uma abertura de grandes dimensões pode causar uma entrada excessiva de luz, resultando em uma carga térmica indesejável de muito calor, dependendo da região e da época do ano. Pequenas aberturas, ao contrário, necessitam de iluminação auxiliar (na maioria das vezes, iluminação artificial, mesmo durante um dia de céu claro, quando há mais luz). Altos níveis de iluminação natural no interior de ambientes construídos podem produzir um desconforto visual por ofuscamento excessivo, e ainda um aumento da carga térmica ao exigir mais consumo de energia para o resfriamento através de ar-condicionado e ventiladores. Portanto, o projeto arquitetônico e luminotécnico de toda escola deve ser feito por um profissional habilitado, em diálogo com os educadores.

***Como podemos ver, um projeto de iluminação envolve diversos fatores que vão desde o local onde será instalada a luminária, até a escolha da lâmpada, buscando o conforto do usuário. Estes aspectos foram considerados pelos projetistas que elaboraram o projeto elétrico da sua escola?***



Nesta Unidade 3, iremos falar sobre as lâmpadas, responsáveis diretos pela iluminância dos ambientes, procurando auxiliar os gestores na escolha do tipo adequado de lâmpada, seja no momento de sua instalação ou de reposição.

## 3.2 A origem da luz artificial

Pode-se dizer que a luz artificial é tão antiga quanto a história da humanidade. Seu início deu-se quando o homem aprendeu a controlar o fogo, e por milhares de anos a única fonte de luz artificial disponível foi a chama.

Posteriormente, o homem, no intuito de controlar essa chama por um longo período, desenvolveu outras fontes de luz mais duradouras, tais como a primeira lâmpada, que era composta por um pavio mergulhado em óleo animal ou vegetal e, mais tarde, provavelmente na era romana, a vela, obtendo-se assim fontes de luz portáteis.

Tais fontes de luz permaneceram em uso até, aproximadamente, dois séculos atrás, quando surgiram os queimadores tubulares (lampiões). Somente no século XX, a chama foi substituída por corpos sólidos incandescentes, tendo como exemplos mais marcantes a lâmpada elétrica e a **camisa de gás**.

***Camisa de gás (lâmpada): a tela que incandesce em determinadas lâmpadas à gás.***

Finalmente, no começo dos anos 1930, iniciou-se a produção de lâmpadas de descarga de baixa pressão, semelhantes às que utilizamos atualmente, com menor desperdício de energia em forma de calor.

Das fontes de luz artificial, as lâmpadas elétricas são, sem dúvida, as que apresentam maior eficiência e possibilidades quase sempre ilimitadas de se obter ambientes acolhedores e confortáveis para o olho humano. As lâmpadas elétricas do mercado atual são agrupadas em dois tipos principais: lâmpadas incandescentes e lâmpadas de descarga.

Existem muitos fabricantes de lâmpadas no Brasil, e cada um deles fabrica vários tipos, cada um específico para determinado uso. Listaremos abaixo vários tipos de lâmpadas comuns no mercado brasileiro. Mas esta lista não se esgota aqui. A cada dia, novos tipos aparecem no mercado (item 3.4).

***Faça uma pesquisa sobre o surgimento das lâmpadas elétricas e descubra: quem, como e quando inventou a primeira lâmpada.***

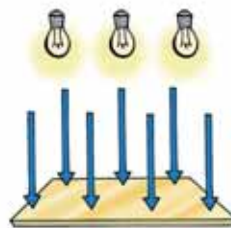
***Partilhe suas informações com os colegas de turma e escola. Organizem uma exposição de cartazes sobre o tema.***

## 3.3 Conceitos básicos das lâmpadas

Para falarmos sobre iluminação, é importante conhecermos alguns conceitos relacionados ao assunto: iluminância, nível de iluminação, refletividade, entre outros. Esses conceitos básicos são importantes para entendermos como as lâmpadas são classificadas. A seguir, analisaremos alguns deles:

a) Fluxo luminoso

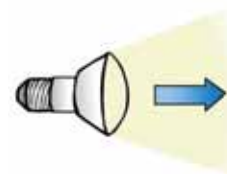
É a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa. A unidade de medida do fluxo luminoso é o

lúmen (lm), representado pelo símbolo Ø. Pode ser comparado com a quantidade de água que passa por segundo em determinado ponto. Exemplo: uma lâmpada incandescente de 100 watts emite cerca de 1.600 lúmens de fluxo luminoso por segundo ao ambiente.

b) Intensidade luminosa

É definida como a concentração de luz em uma direção específica, radiada por segundo. Ela é representada pelo símbolo I e a unidade de medida é a candela (cd). Pode ser comparada com a intensidade de um jato de água em determinada direção.

c) Nível de iluminação ou iluminância

É a quantidade de luz ou fluxo luminoso que atinge uma unidade de área de uma superfície por segundo. Pode ser comparada com a quantidade de água (chuva) que cai numa área de superfície por segundo. A unidade de medida é o lux, representada pelo símbolo E. Um lux equivale a 1 lúmen por metro quadrado (lm/m2).

Baseados em pesquisas realizadas com diferentes níveis de iluminação, os valores relativos à iluminância foram tabelados, e no Brasil eles são encontrados na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5413 – Iluminância de interiores. De acordo com esta norma, a iluminância da sala de aula de uma escola varia de 200 a 500 lux.

d) Eficiência luminosa de uma lâmpada

É calculada pela divisão entre o fluxo luminoso emitido em lúmens e a potência consumida pela lâmpada em watts. A unidade de medida é o lúmen por watt (lm/W).

Exemplo: uma lâmpada incandescente proporciona, em média, uma eficiência luminosa de 17 lm/W (o que dá para iluminar uma sala de aula de 30 m2, com 4 a 8 lâmpadas de 100 Watts) e uma lâmpada fluorescente compacta proporciona 65 lm/W. Assim, a lâmpada fluorescente tem uma eficiência luminosa cerca de quatro vezes maior que a de uma lâmpada incandescente.

I M P O R T A N T E

e) Tempo de vida

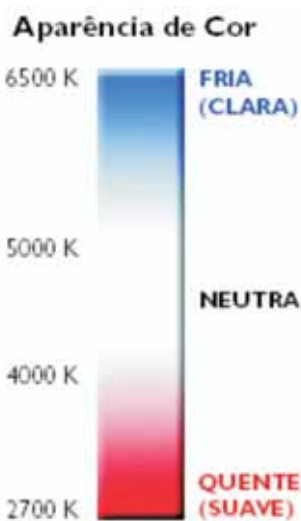
Vida útil: é definida como o tempo em horas, no qual cerca de 25% do fluxo luminoso das lâmpadas testadas foi depreciado.

Vida mediana: é definida como o tempo em horas, no qual 50% das lâmpadas de um grupo representativo, testadas sob condições controladas de operação, tiveram queima.

f) Depreciação do fluxo luminoso

Ao longo da vida útil da lâmpada, é comum ocorrer uma diminuição do fluxo luminoso que sai da luminária, em razão da própria depreciação normal do fluxo da lâmpada e em razão do acúmulo de poeira sobre as superfícies da lâmpada e do refletor. Este fator deve ser considerado no cálculo do projeto de iluminação, a fim de preservar a iluminância média (lux) projetada sobre o ambiente ao longo da vida útil da lâmpada.

g) Temperatura de cor

Expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte e sua unidade de medida é o Kelvin (K). Quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade da luz. Quando falamos em luz quente ou fria, não estamos nos referindo ao calor físico da

lâmpada, e sim à tonalidade de cor que ela passa ao ambiente. Luz com tonalidade de cor mais suave torna-se mais aconchegante e relaxante, luz mais clara, mais estimulante.

Por exemplo: nas escolas, principalmente nas salas de aula, o ideal é utilizar lâmpadas com temperatura de cor neutra ou clara, que induzem maior atividade. Isso também se aplica aos banheiros, às cantinas e aos auditórios. Já as áreas sociais, como os corredores e os locais de descanso, devem ter tonalidade mais suave ou neutra, que leva ao relaxamento e ao aconchego.

h) Índice de Reprodução de Cor (IRC)

Este índice quantifica a fidelidade com que as cores são reproduzidas sob determinada fonte de luz. A capacidade da lâmpada reproduzir bem as cores (IRC) independe de sua temperatura de cor (K). Existem lâmpadas com diferentes temperaturas de cor e que apresentam o mesmo IRC.



***Nas escolas, devemos utilizar lâmpadas com boa reprodução de cores (IRC acima de 80), pois esta característica é fundamental para o estudo e, também, para o conforto e beleza do ambiente.***

***Informações sobre o IRC podem ser obtidas nas embalagens das lâmpadas e/ou nos sites dos fabricantes.***

## 3.4 Tipos de lâmpadas

As lâmpadas fornecem a energia luminosa segundo suas especificações por meio das luminárias que as sustentam. Existem no mercado nacional diversos tipos de lâmpadas que podem ser incandescentes, halógenas, mistas, fluorescentes, de mercúrio, metálicas e de sódio.

### 3.4.1 Lâmpadas incandescentes

O funcionamento de uma lâmpada incandescente ocorre pela passagem de corrente elétrica por um fio fino (filamento da lâmpada), com alta resistência elétrica, que é levado à incandescência, produzindo luz e calor. Essas lâmpadas são produzidas para os mais diversos fins.

Há também as lâmpadas incandescentes halógenas. Elas também possuem filamento, porém trabalham em conjunto com o halogênio (iodo, cloro e bromo).

As lâmpadas incandescentes são fabricadas em vários tipos e para diversas aplicações:

- lâmpadas para uso geral;
- lâmpadas específicas: para fornos, geladeiras, etc.;
- lâmpadas decorativas: para festas, decorações natalinas, etc.;
- lâmpadas refletoras/defletoras ou espelhadas: utilizadas para concentrar os fachos luminosos. Muito utilizadas em vitrines, lojas, exposições, museus, etc.;
- lâmpadas halógenas: possuem o formato do tipo palito refletor dicróico. Possuem um gás inerte no seu interior, o halógeno. As que possuem espelho dicróico são muito utilizadas em exposições, galerias de arte e museus. As em forma de palito são muito utilizadas para iluminação de quadras esportivas, piscinas, monumentos, etc.
- lâmpadas infravermelhas: utilizadas em indústrias, principalmente para secagem de tintas ou outros materiais.

Veja alguns exemplos de lâmpadas incandescentes:

- lâmpada standard: possui bulbo transparente;
- lâmpada *soft*: possui bulbo leitoso, criando uma atmosfera agradável e relaxante com alto grau de conforto visual. São utilizadas para iluminação residencial, iluminação de emergência e iluminação comercial (hotéis);

IMPORTANTE

*Standard* *Soft*

- lâmpada refletora: possui espelho parabólico interno que produz facho de luz direcionado. São utilizadas na iluminação decorativa e de destaque em ambientes residenciais. Indicada para uso em spots e luminárias embutidas;

- lâmpada *disney*: é utilizada para iluminação decorativa em diversos tipos de ambiente (sala, quarto de criança, dormitórios em geral, etc.), onde se queira obter conforto e aconchego através do leve toque colorido da luz que esta lâmpada emite;

- lâmpada halógena dicróica essential: possui um refletor que proporciona luz constante e cor uniforme. Utilizadas para iluminação decorativa e de destaque de objetos.

### 3.4.2 Lâmpadas fluorescentes

A lâmpada fluorescente é uma lâmpada de descarga de baixa pressão, na qual a luz é produzida através do pó fluorescente ativado pela energia ultravioleta da descarga. As lâmpadas fluorescentes são ideais para substituição das lâmpadas incandescentes em uso residencial em virtude de sua praticidade, grande economia de energia e alta durabilidade.

Essa família de lâmpadas é dividida em três: fluorescentes compactas integradas, fluorescentes compactas não integradas e fluorescentes tubulares.

As compactas integradas possuem o reator incorporado na lâmpada, o que permite sua troca e seu manuseio de maneira fácil e segura para o usuário. Possuem alta eficiência luminosa, IRC >80, vida mediana de 5 mil a 6 mil horas, cores suaves e claras e ainda uma grande diversidade de formatos. Nas compactas não integradas, o reator não precisa ser substituído sempre que necessitar trocar a lâmpada, pois permanece em operação por longo tempo, o que torna o sistema mais econômico para o usuário. Estes modelos são recomendados para áreas comerciais, onde a iluminação fica ligada por períodos longos. Possuem IRC >80, cores quentes e frias, variados modelos e aplicações.

As lâmpadas fluorescentes podem ser de vários tipos, desde as lineares, muito utilizadas em salas de aula, até as circulares, além das compactas. A seguir são apresentados alguns tipos de lâmpadas fluorescentes:

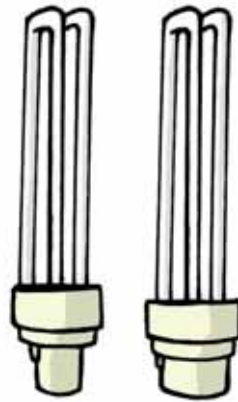
- lâmpada *mini ambiance*: são miniaturizadas, proporcionando praticidade na instalação e na qualidade de luz. Ideais para iluminação decorativa em residências, hotéis e lojas;

- lâmpada universal: utilizada na iluminação comercial ou em residências. Ideais para iluminação decorativa em residências, hotéis e lojas.

IMPORTANTE

- lâmpadas PL-C e PL-T: utilizadas em iluminação comercial (escolas, hotéis, shoppings, restaurantes) e demais locais que necessitem de qualidade de luz e alta eficiência do sistema.

PL-T

PL-C

- lâmpadas tubulares: usadas para iluminação comercial, residencial e em locais que priorizem a qualidade de luz e a altíssima eficiência do sistema (escritórios, oficinas, cozinhas, etc.).

#### 3.4.3 Luz mista

A lâmpada de luz mista consiste em um bulbo preenchido com gás, revestido na parede interna com um fósforo, contendo um tubo de descarga ligado em série a um filamento de tungstênio. É utilizada para iluminação de vias públicas, jardins, praças, estacionamentos, etc.

### 3.4.4 Vapor de mercúrio

A lâmpada a vapor de mercúrio, como o próprio nome sugere, possui vapor de mercúrio em suspensão dentro do tubo de descarga. Elas são utilizadas para iluminação de galpões industriais, iluminação pública e demais instalações que necessitem de baixo custo inicial, não se preocupando com a eficiência do sistema. Atualmente, estão sendo substituídas por lâmpadas mais eficientes como lâmpadas de vapor de sódio (iluminação pública) e lâmpadas de vapor metálico (iluminação de galpões industriais).

### 3.4.5 Vapor metálico

A lâmpada de vapor metálico possui vapor de haletos metálicos na descarga de mercúrio no interior do tubo. Ideais para iluminação de destaque em interiores e, principalmente, para iluminação de monumentos e *outdoors* e até mesmo para a iluminação pública.

Veja alguns exemplos de lâmpadas de vapor metálico:

- lâmpada *mini master colour*: lâmpada miniaturizada que facilita o uso e a manutenção. Utilizada em iluminação comercial (lojas e vitrines) e demais locais que necessitem de uma iluminação de altíssima qualidade de luz e eficiência do sistema.

- lâmpada CDM-R III: possui tubo cerâmico envelopado em uma superfície refletora com uma base antiofuscante. Ideal para criar uma iluminação dirigida, proporcionando

destaque de produtos em vitrines e expositores ou para iluminar objetos de arte e decoração. Pode ser utilizada para iluminação geral, criando uma atmosfera agradável e aconchegante.

### 3.4.6 Vapor de sódio

A lâmpada vapor de sódio possui sódio a baixa pressão no seu interior. É principalmente utilizada para iluminação externa e de estradas. Pode ser utilizada em quadras esportivas cobertas.

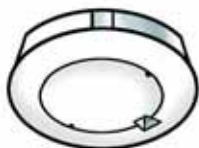
## 3.5 Acessórios para lâmpadas

Os acessórios mais comuns são: soquetes, *plafonniers*, luminárias, reatores, ignitores, *starters*, relés fotoelétricos e sensores de presença.

As luminárias são aparelhos destinados a distribuir, filtrar e controlar a luz gerada por uma lâmpada ou mais, que contenham todos os equipamentos e acessórios necessários para fixar, proteger e alimentar essas lâmpadas. Existem luminárias para diversas finalidades e destinadas às lâmpadas incandescentes, fluorescentes, vapor de mercúrio, etc. As luminárias possuem um papel extremamente importante em um sistema de iluminação, pois elas contribuem diretamente para uma distribuição eficiente da luz no ambiente e para o conforto visual das pessoas.

Os reatores são equipamentos auxiliares e necessários ao funcionamento de lâmpadas de descarga (exceto luz mista), com a finalidade de proporcionar as condições de partida (ignição)

e de maneira que controle e estabilize a corrente elétrica do circuito.

Os sensores de presença (ou movimento) e os sensores de luz são receptores automáticos para os sistemas de iluminação, ligando e desligando a luz ou aumentando e diminuindo o nível de iluminamento do ambiente, conforme esteja ajustado. O sensor tem como função principal proporcionar a economia de energia por meio do controle da iluminação.

Um bom exemplo são os sensores de movimento instalados em halls ou áreas comuns de prédios residenciais.

## 3.6 Dicas para economizar energia

Existem importantes critérios que podem ajudar a reduzir o consumo energético de uma edificação e auxiliam nas definições de projeto:

- Se você utilizar cores claras, tanto em paredes quanto nos mobiliários, a escola ficará mais luminosa e necessitará de menos lâmpadas para sua iluminação.
- Em áreas menos utilizadas, como os corredores, o uso de detectores de presença ou sistemas automáticos de acionamento das lâmpadas são fundamentais.
- A limpeza das lâmpadas e das luminárias é essencial para manter um nível de iluminância adequado, pois o escurecimento das mesmas reduz sua eficiência.
- Aproveite ao máximo a luz solar, abra as janelas e as cortinas.
- Utilize lâmpadas fluorescentes quando possível, especialmente nas salas de aula, nos banheiros, nos refeitórios e nas cozinhas. Elas espalham bem a luz e são econômicas.
- As lâmpadas incandescentes, para iluminação geral, são fáceis de usar e baratas.

IMPORTANTE

***Qual o tipo de lâmpada utilizada nas salas de aula da sua escola? Essa lâmpada é a mais apropriada? Observe também as lâmpadas nos banheiros, na cozinha e nos corredores.***

***Verifique se as lâmpadas e as luminárias estão limpas. Isso é muito importante para a qualidade da luz.***

***Faça uma leitura da conta de energia de sua escola e deduza, a partir da potência das lâmpadas e do tempo de utilização, qual percentual do consumo deriva da iluminação.***

# 4

# Equipamentos e gasto de energia

## 4.1 Uso racional de energia

Atualmente, o desenvolvimento de qualquer nação está associado à produção de energia elétrica. As nações andam preocupadas com o elevado consumo de energia elétrica. A construção de usinas hidrelétricas, principal fonte de energia elétrica em diversos países, como o Brasil, requer altos investimentos. As obras de uma usina, além de caras, produzem alterações irreversíveis no meio ambiente, tais como mudança no curso de rios, inundação de florestas, mudanças climáticas e desapropriações de propriedades, até mesmo de terras produtivas.

***Por isso, economizar energia é um dever de todo cidadão. Eu e você podemos fazer isso, em casa ou em nosso local de trabalho. O uso racional da energia é a melhor forma de conservá-la. Para isso, a principal dica é que devemos ligar apenas o necessário, nas horas certas. Alguns eletrodomésticos, como geladeiras, freezers, aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas têm a previsão de consumo indicada nas especificações do produto, a partir de testes feitos por centros de pesquisas do governo. Os mais eficientes ganham o Selo Procel. Na hora da compra, escolha esses modelos.***



O que é o Selo **Procel**? O selo é um produto desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, que tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética em cada categoria.

Também é de fundamental importância que os projetos e a execução física das instalações elétricas obedeçam a normas rigorosas, que garantam seu funcionamento adequado, bem como a segurança das pessoas e dos animais.

A necessidade de economizar energia elétrica tem aumentado a procura por alternativas energéticas, como a energia solar e o aquecimento a gás.

O uso de métodos para economia de energia depende de diversos fatores, que vão desde a concepção e reavaliação do projeto de um edifício até a consideração de variáveis econômicas, climáticas e regionais.

A utilização do **aquecedor solar** para fornecimento de água quente vem se tornando opção viável, técnica e economicamente, para implantação nas mais diferentes edificações, de residências a hotéis. O sistema é composto por reservatórios térmicos e coletores solares, que são placas que captam a energia do sol e a transferem para a água. Contam também com um sistema de aquecimento auxiliar elétrico, cuja função é complementar a temperatura necessária nos dias em que a radiação solar seja insuficiente para um aquecimento pleno – o que ocorre, por exemplo, em dias muito chuvosos ou intensamente frios, dependendo da região.

O impulso provocado pela abertura de mercado brasileiro, a busca constante pela segurança do usuário e a procura por opções econômicas, agravada com o período do "apagão", acirraram a concorrência e exigiram, dos fabricantes, a evolução da qualidade dos materiais e dos componentes elétricos.

Desde então, o setor elétrico buscou melhores materiais e sistemas para atender às necessidades do usuário. Houve, assim, uma evolução dos equipamentos elétricos e eletrônicos, visando a uma maior economia de energia com a mesma eficiência.

Vamos conhecer agora os diferentes equipamentos e acessórios elétricos, apresentar a potência média de consumo dos aparelhos elétricos e aprender como calcular o consumo de energia.

***Na escola que você trabalha existe algum programa que vise à redução no consumo de energia? Como você poderá ajudar para que isso ocorra?***

## 4.2 Equipamentos e acessórios elétricos

Os equipamentos e acessórios elétricos compreendem desde os conhecidos interruptores, as tomadas e os sensores de presença para acionamento das lâmpadas, até os mais elaborados e complexos, como os que controlam a intensidade de

IMPORTANTE

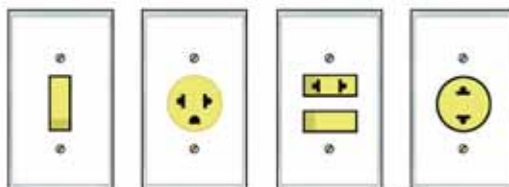
iluminação de acordo com a luz do ambiente. Os mais complexos fazem parte dos sistemas de automação, que facilitam o uso, melhoram o conforto e visam à economia de energia.

### 4.2.1 Interruptores e tomadas

Os **interruptores** são os dispositivos de comando das lâmpadas. Eles são utilizados para interromper o condutor fase (eletricidade), o que possibilita reparar e substituir lâmpadas sem risco de choque. Basta desligá-lo.

Os interruptores mais utilizados são os simples e os paralelos. Os simples comandam as lâmpadas de um só lugar. Quando for necessário comandar diversas lâmpadas em um mesmo ponto de luz, deve-se utilizar interruptor de várias seções, o interruptor paralelo, que comanda mais de uma lâmpada.

Existe ainda o sistema *three-way*, que corresponde a um mesmo ponto de luz acionado por dois interruptores diferentes e distantes um do outro. Esse sistema é muito útil em escadas ou dependências onde se deseja apagar ou acender a luz a partir de pontos diferentes, em função da distância ou por comodidade. Assim, tanto quem está descendo a escada como quem está subindo pode acender a mesma lâmpada que a ilumina. Nas escolas, o uso deste sistema pode ser útil para acionar a luz tanto de dentro da sala de aula quanto do corredor, permitindo que um funcionário possa apagar as luzes de todas as salas de um único local, evitando desperdício de tempo e de energia.

As **tomadas** são utilizadas para ligarmos os equipamentos elétricos. As tomadas podem ser de dois pinos ou de três pinos (com fio terra). A ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, por medida de segurança, tornou obrigatório o uso do pino do fio terra em tomadas.

Nas escolas existe também a campainha ou "sinal", que é indispensável para a chamada dos alunos, informando o horário de início e término das aulas. Essas campainhas geralmente

são instaladas nos corredores e o botão de chamada na sala da administração ou em algum local de fácil acesso pelo responsável.

*O que é um aterramento?*

*A palavra aterramento refere-se à terra propriamente dita. O aterramento é o fio ou a barra de cobre enterrado, que conduz a corrente elétrica para o solo. Quando se diz que algum aparelho está aterrado (ou eletricamente aterrado) significa que um dos fios de seu cabo de ligação está propositalmente ligado à terra. Ao fio que faz essa ligação denominamos "fio terra".*

*É obrigatório que todas as tomadas tenham o seu fio terra. Normalmente, elas já vêm com o fio terra instalado, seja no próprio cabo de ligação do aparelho à tomada, seja separado dele. No primeiro caso, é preciso utilizar uma tomada com três pólos onde será ligado o cabo do aparelho.*

*Isto é possível, pois a superfície da terra é o caminho natural de escoamento de cargas elétricas indesejáveis, como, por exemplo, dos relâmpagos nas tempestades. Então, a terra pode servir como condutor de corrente elétrica. Assim, quase todos os sistemas de distribuição de energia elétrica possuem um fio neutro em ligação com a terra para proteção individual. Desta forma, o excesso de tensão, caso ocorra, é encaminhado para a terra. Nas edificações, no ponto de alimentação de energia, que são as tomadas, é obrigatório executar um contato entre a terra e o equipamento elétrico, criando um condutor de proteção, denominado de aterramento. Assim os equipamentos elétricos estarão ligados a terra.*

*O objetivo dos aterramentos é assegurar, sem perigo, o escoamento das correntes de falta e de fuga para a terra, satisfazendo as necessidades de segurança das pessoas e funcionais das instalações.*

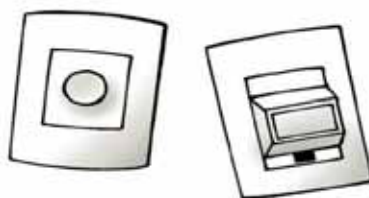
Fonte: http://www.celpe.com.br

IMPORTANTE

### 4.2.2 *Dimmers* e sensores de presença

O *dimmer* é um interruptor do tipo variador de luminosidade. Através dele é possível aumentar ou diminuir a iluminância de um ambiente, dentro dos limites da lâmpada. Nas escolas, podem ser utilizados nos auditórios e em salas de vídeo, permitindo criar diferentes cenários.

Os sensores de presença são elementos utilizados com a finalidade de manter desligadas as luzes onde não haja constante permanência de pessoas. Quando o sensor de presença detecta movimento, imediatamente comanda o acendimento das luzes, que permanecem acesas por um tempo predeterminado. Pode ser muito útil nos banheiros das escolas, por exemplo.

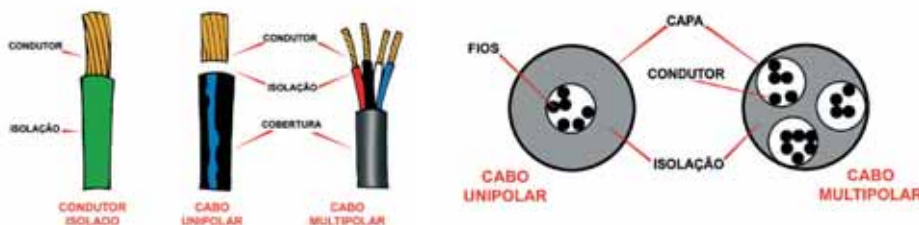
*dimmer*

sensor de presença



### 4.2.3 Fios e cabos

Os fios ou condutores elétricos são constituídos por material condutor (cobre ou alumínio) destinado a transportar energia e são protegidos por uma camada de material isolante, geralmente por um material termoplástico, como o PVC (cloreto de polivinila e polietileno) ou ainda por material termofixo, como o EPR ou o XLPE (polietileno reticulado ou borracha de etileno e propileno).

O cabo é um conjunto de fios encordoados isolados, cuja isolação é protegida externamente por uma capa ou cobertura. Os cabos podem ser: unipolares, constituídos por um único condutor isolado, provido de cobertura sobre a isolação; ou multipolares, constituídos por vários condutores isolados, providos de cobertura sobre o conjunto de condutores isolados.

IMPORTANTE

Os fios elétricos devem ser dimensionados de acordo com as normas brasileiras e por profissionais habilitados. No Brasil, temos a NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão, lançada em 1980, com segunda revisão publicada em 1997. Trata-se de uma norma bastante atual que reflete o consenso hoje existente entre os principais países do mundo, no tocante ao uso seguro e racional da energia elétrica.

***Entre os diversos critérios de dimensionamento de circuitos, está o da atenção especial sobre as cargas que serão utilizadas, ao tipo de instalação (aparente ou embutida), ao ambiente (sujeito às intempéries, interno, em altas temperaturas) e às distâncias entre a fonte de alimentação e o uso de cargas.***

Luzes piscando e disjuntores desarmando são exemplos de circuitos mal dimensionados. Conexões malfeitas entre os cabos são os principais vilões da boa instalação elétrica, responsáveis pelos problemas de curtos-circuitos.

### 4.2.4 Eletroduto

O eletroduto é utilizado para que os fios ou condutores sejam levados do ponto de utilização (tomadas ou interruptores) até o quadro de energia. Podem ser flexíveis ou rígidos, em PVC ou metálicos. Os flexíveis são maleáveis e fáceis de serem utilizados embutidos em alvenarias. Os rígidos são os mais utilizados dentro das lajes das edificações. Os de PVC são mais práticos e econômicos e os metálicos são muito empregados em instalações aparentes.

Eletroduto PVC flexível corrugado

Eletroduto PVC rígido

### 4.2.5 Disjuntor

O disjuntor é um dispositivo de proteção e interrupção eventual dos circuitos.

Para aumentar a segurança do usuário, a NBR de "Instalações elétricas" passou a exigir, desde 1997, o uso do dispositivo DR (disjuntor diferencial residual) em áreas molháveis. O dispositivo DR detecta a fuga de correntes, cortando imediatamente a corrente elétrica principal, evitando choques elétricos.

Disjuntor padrão

Disjuntor DR

Podem ser utilizados também os fusíveis. A vantagem do disjuntor em relação ao fusível é que o disjuntor simplesmente "desarma", interrompendo a corrente quando ela se torna perigosa, enquanto o fusível "queima". Uma vez eliminada a causa do excesso de corrente, o fusível precisa ser trocado por outro novo, enquanto o disjuntor é simplesmente rearmado.

### 4.2.6 Quadro de energia

O sistema elétrico de uma escola é dividido em circuitos, e estes são ligados aos disjuntores instalados dentro de um quadro de energia. O quadro de energia deve ser instalado em um lugar protegido, de fácil acesso e conter indicações claras de risco.

Dos quadros de distribuição saem os fios correspondentes aos circuitos que alimentam as lâmpadas, as tomadas e os equipamentos. A figura a seguir mostra um quadro de energia ou quadro de distribuição elétrica.

Atualmente têm sido muito utilizados os quadros de distribuição de energia em PVC, considerados mais leves que os metálicos.

## 4.3 Cargas específicas dos aparelhos de utilização

Para estimar o gasto de energia elétrica de uma edificação é necessário saber qual a potência elétrica dos equipamentos utilizados. Você sabe qual o consumo de energia elétrica de um ventilador, por exemplo?

Aqui, apresentaremos a potência média de consumo dos principais aparelhos elétricos utilizados nas escolas.

No projeto elétrico, a potência das tomadas de uso específico, ou seja, as tomadas designadas para determinado aparelho elétrico possuem o valor nominal da potência do equipamento.

A tabela a seguir apresenta a potência específica (média) de alguns aparelhos de utilização em escolas. Os valores aqui empregados estão de acordo com a Tabela NTD-6.01 da Companhia Energética de Brasília (1997) e com o livro *Instalações elétricas*, de Hélio Creder (1998).

Tabela – **Potência média de consumo dos equipamentos**

| APARELHOS ELÉTRICOS | Potência (watts) |
|---|---|
| Aquecedor de ambiente (portátil) | 1000 W |
| Ar-condicionado | 1400 W |
| Chuveiro | 4400 a 6500 W |
| Computador | 120 W |
| Copiadora | 2500 W |
| Fax | 90 W |
| Ferro de passar roupa | 1000 W |
| Forno elétrico | 1500 W |
| Forno de microondas | 1200 W |
| *Freezer* | 200 a 500 W |
| Geladeira (duplex) | 200 a 500 W |
| Impressora | 100 W |
| Liquidificador | 300 W |
| Projetor de *slides* | 250 W |
| Retroprojetor | 1200 W |
| Televisor | 60 a 200 W |
| Ventilador | 200 W |
| Videocassete | 10 a 100 W |

***• Procure na internet ou no manual do fabricante, a potência dos diversos equipamentos elétricos existentes na escola. Essas potências variam de acordo com a marca, o modelo e o tamanho do aparelho. Os valores antes apresentados correspondem aos valores médios.***

***• Veja se algum aparelho da sua escola possui o Selo Procel, que garante menor consumo de energia. Procure saber qual a economia de uma geladeira com Selo Procel em relação a uma geladeira que não o tenha. Registre em seu memorial. Caso a atividade integre a Prática Profissional Supervisionada, descreva-a no relatório.***

## 4.4 Gasto de energia

Você sabe como é calculado o consumo de energia de um aparelho elétrico? Com a potência e a estimativa de uso do equipamento elétrico, em horas, é possível calcular o gasto mensal de energia por aparelho.

IMPORTANTE

### 4.4.1 A eficiência do projeto no consumo energético

Desde a pré-história, a adaptação ao clima norteia o modo como o homem organiza os espaços. A arquitetura possibilita essa adaptação, na medida em que tira partido de materiais, tecnologias e sistemas específicos para cada meio ambiente. Casas de gelo com elevada capacidade térmica são usadas no Pólo Norte. Climas quentes e secos tiram partido da inércia térmica do barro, enquanto construções em madeira se adaptam a países de clima temperado. Cada um destes ambientes arquitetônicos congrega duas variáveis básicas: a luz e o calor.

A eficiência de uma edificação é dada por todo um conjunto de soluções adotadas que tenham por objetivo aperfeiçoar o uso do espaço e reduzir ao máximo o custo pós-ocupação do imóvel e, nisso, inclui-se a redução do consumo energético.

Uma escolha eficiente, por exemplo, resulta do uso das melhores tecnologias solares passivas e ativas, ou seja, uma combinação de soluções arquitetônicas adequadas e uso de equipamentos e aparelhos mais eficientes. Isso resulta em menores gastos e mais conforto. Desse conjunto, o projeto arquitetônico é o principal fator que determina a eficiência energética de uma edificação. Utilizar tecnologias passivas significa extrair os maiores benefícios possíveis do clima, dos materiais de construção, dos princípios clássicos de transferência de calor e das propriedades térmicas das envolventes exteriores.

Nesse contexto, uma escola projetada para tirar partido da iluminação natural, com grandes janelas, com aberturas e iluminação nos tetos ou na seção superior das paredes, permite uma redução do uso da iluminação artificial e do sistema de ar-condicionado ou ventilação. Muita luz natural e arborização que amenize o calor na escola são redutores do consumo de energia, dispensando acender lâmpadas de dia e permitindo maior conforto em seu interior.

***Prestemos atenção ao que se passa na construção de prédios de apartamentos. Procurando a redução dos custos operacionais das edificações, algumas empresas estão exigindo das imobiliárias e das construtoras um contrato de eficiência energética do edifício. Neste contrato, deve-se apresentar uma relação de seus custos operacionais, com vistas a baixar as taxas dos condomínios. Assim, projetos que levam à redução dos custos, ou seja, prédios inteligentes ou os chamados** greenbuildings **(edifícios ecologicamente corretos desde sua concepção, construídos de forma que evite gastos energéticos e privilegiar o conforto e o bolso do usuário) passaram a ser uma exigência básica feita por incorporadores de vários países.***

Em Brasília, capital federal, temos dois exemplos interessantes. O primeiro, do Plano Piloto, com a concepção, em 1960, das escolas classes e escolas parques, do educador Anísio Teixeira, integradas ao projeto urbanístico de Lúcio Costa, com total adaptação às posições do sol e às sombras das árvores. O segundo, atual, do lançamento do primeiro bairro brasileiro construído com o conceito de *greenbuilding*, ou construção verde. A construção sustentável é, hoje, em todo mundo, a melhor tradução para eficiência econômica e menor impacto ambiental. As edificações executadas nesta filosofia, com projetos que busquem design ambiental e excelência no uso de energia, empregando coletores solares, aproveitamento da água da chuva, reutilizando a água mais limpa da edificação nos locais menos nobres de consumo, coleta seletiva de lixo, etc. Considerando que o bairro será formado praticamente por edifícios residenciais, teremos um ganho considerável para o meio ambiente.

O setor comercial no Brasil consome cerca de 15% da energia destinada aos edifícios. Assim, os investimentos em edifícios com eficiência energética oferecem maior retorno em *shoppings*, hospitais, edifícios de escritórios, hotéis e supermercados, nas escolas, essa preocupação não faz parte do projeto, talvez por não oferecer, aparentemente, retorno financeiro. Estatísticas da Agência Internacional de Energia (AIE) apontam o Brasil como 10º produtor mundial de eletricidade e o 4º produtor mundial de hidroeletricidade. Esses números refletem uma posição de relevo de nosso país. Mas não podemos nos deixar envaidecer por nossa “potência” hidroelétrica.

Temos de racionalizar para não chegarmos a um novo "apagão". Alguns países da Europa regulam o consumo energético dos edifícios e, no Brasil, a ABNT trabalha no sentido de também estabelecer uma normalização.

IMPORTANTE

### 4.4.2 Como estimar o consumo mensal de energia

Com a potência média de consumo do equipamento elétrico e o tempo médio, em horas, de sua utilização, obtemos o consumo de energia, em Kwh (quilowatt-hora). Como exemplo, vamos utilizar um retroprojetor cuja potência média é de 1.200 W. Estimando um uso médio diário de 2 horas, obtemos um consumo de 2.400 Wh (1.200 x 2) por dia. Para obter o consumo mensal basta multiplicar por 20, que corresponde ao número médio de dias/aula em um mês. Como resultado, temos um consumo de 48.000 Wh (2.400 x 20), ou seja, o retroprojetor consome 48 Kwh no final do mês.

A tabela a seguir apresenta o consumo mensal de energia dos aparelhos elétricos utilizados em escolas. Esses valores correspondem à potência média do aparelho e podem variar de acordo com o fabricante, a idade e o estado de conservação do aparelho. Para um valor mais acurado, cheque a potência do equipamento na placa do mesmo.

Tabela – **Estimativa de consumo mensal de energia de aparelhos elétricos**

| Aparelhos elétricos | Potência média watts | Dias estimados uso/mês | Média utilização/dia | Consumo médio mensal (Kwh) |
|---|---|---|---|---|
| Aquecedor de ambiente | 1000 | 15 | 8 h | 120 |
| Ar-condicionado | 1400 | 30 | 8 h | 336 |
| Chuveiro elétrico | 4400 | 30 | 40 min | 88 |
| Computador, impressora e estabilizador | 180 | 30 | 3 h | 16,2 |
| Ferro elétrico | 1000 | 12 | 1 h | 12,0 |
| Forno microondas | 1200 | 30 | 20 min | 12,0 |
| *Freezer* | 200 | – | – | 80 |
| Geladeira | 200 | – | – | 45 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Lâmpada fluorescente compacta | 15 | 30 | 5 min | 2,2 |
| Lâmpada incandescente | 40 | 30 | 5 h | 6,0 |
| Lâmpada fluorescente compacta | 60 | 30 | 5 h | 9,0 |
| Lâmpada incandescente | 100 | 30 | 5 h | 15,0 |
| Liquidificador | 300 | 15 | 15 min | 1,1 |
| Tv em cores – 14” | 60 | 30 | 5 h | 9,0 |
| Ventilador | 120 | 30 | 8 h | 28,8 |
| Videocassete | 10 | 8 | 2 h | 0,16 |

### 4.4.3 Como fazer a leitura do medidor

Aprender como se faz a leitura do medidor (relógio de luz) é importante para acompanhar e controlar o consumo de energia. Para isso, basta fazer duas leituras mensais, uma no início e outra no final do mês, para saber qual o consumo de energia.

Existem três tipos de medidores: o ciclométrico, que é analógico; o de ponteiros, que também é analógico; e o digital. Caso na instalação da sua escola o medidor seja analógico, a leitura do consumo deve ser feita no relógio que indica a grandeza “kWh”. Nele existe um outro relógio que indica a grandeza em “kVAr”, a qual não serve para medir o consumo ativo.

Para obter o consumo mensal, inicialmente é necessário anotar as indicações do medidor lido no mês anterior e as indicações no mês atual. O cálculo do consumo consiste em subtrair o valor da penúltima leitura, da última e multiplicar esta diferença pela constante, que depende do medidor da instalação. Essa constante pode estar indicada no próprio medidor ou ser obtida na conta de energia elétrica. Assim, você terá o consumo mensal em KWh.

A fórmula do consumo é dada pela expressão: C = V x cte, onde:

C = consumo de energia em kWh;

V = valor lido no mostrador;

cte= constante de multiplicação do medidor que deve ser lido na fatura de energia (conta de luz) ou no medidor.

Como exemplo, caso a leitura do mês anterior seja de 04590 e a do mês atual igual a 04805, temos: 04805 - 04590 = 215 kWh

C = V x cte – para uma constante igual a 1 temos:

C = 215 kWh x 1(constante indicada no medidor) = 215 kWh

IMPORTANTE

a) Medidas de segurança para efetuar a leitura

Em geral, o medidor digital está instalado no interior de um compartimento denominado de cabine primária. Não há perigo de choque elétrico ao efetuar a leitura, pois todas as partes metálicas no interior da cabine estão aterradas. Além disso, é feita por inspeção visual sem necessidade de apertar botões, abrir tampas ou tocar qualquer objeto ou chaves no interior da cabine.

***Porém, cabines primárias são locais onde se corre risco de choques, caso os procedimentos de segurança não sejam seguidos. Por isso, evite ultrapassar as áreas cercadas com grades e restrinja sua permanência no interior da cabine apenas à efetuação da medição. Evite levar pessoas inadvertidas, portar alimentos, mexer em chaves ou equipamentos sem saber o que está fazendo e, de preferência, solicite a um eletricista que conheça a cabine que o(a) acompanhe, pelo menos na primeira vez.***

- ***Calcule o consumo mensal de energia na sua escola, a partir da leitura do medidor.***
- ***Faça uma planilha com os equipamentos elétricos utilizados na escola e, utilizando a tabela com a potência média de cada aparelho, estime o consumo de energia mensal. Registre na forma adequada.***

# 5

# Funcionamento das instalações elétricas

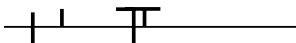
## 5.1 O projeto elétrico

As instalações elétricas são representadas graficamente por meio do projeto elétrico. Um sistema elétrico compreende a entrada de energia da rua e sua medição mediante o relógio; os quadros de distribuição de energia, constituídos por disjuntores ou fusíveis para distribuição dos circuitos da sua escola; os fios, que passam dentro dos eletrodutos, estão ligados aos pontos de utilização, como os interruptores, as tomadas e os pontos de iluminação.

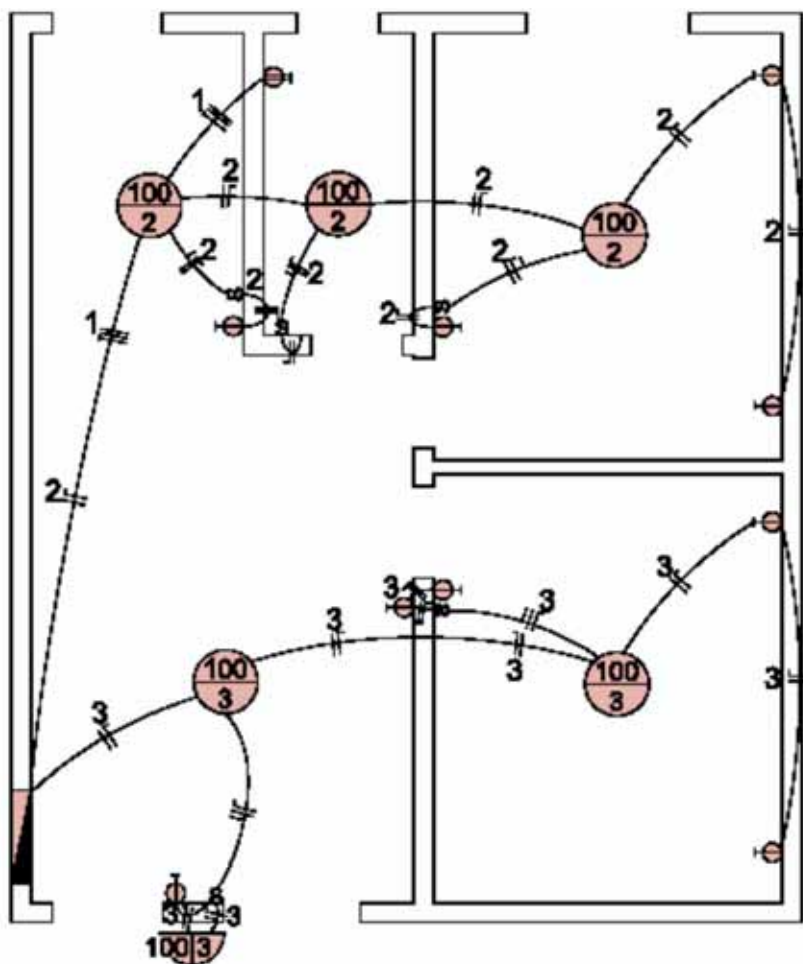
Os pontos de iluminação são utilizados para ligação das lâmpadas e das luminárias. As tomadas podem ser de energia ou especiais, as primeiras para ligação de eletrodomésticos e equipamentos de uso corrente, as outras para equipamentos específicos como máquina de lavar, forno de microondas, chuveiro elétrico, etc. Os interruptores são utilizados para o acionamento dos pontos de iluminação.

***O sistema elétrico é dividido em circuitos.*** **Circuito é o conjunto de pontos de consumo (iluminação ou tomadas), alimentados pelos mesmos condutores (fios) e ligados ao mesmo dispositivo de proteção (chave ou disjuntor).** ***Em outras palavras, circuito é um conjunto de tomadas, pontos de energia, pontos de iluminação e interruptores cuja fiação se encontra interligada. Cada circuito é ligado a uma chave dentro do quadro de energia. O quadro elétrico serve para controlar a sobrecarga dos circuitos. Nesse caso, os disjuntores desarmam.***

Dos quadros de distribuição saem os fios correspondentes aos circuitos que alimentam as lâmpadas, as tomadas e os equipamentos. O quadro de distribuição deve ser disposto em local de fácil acesso. Ele é composto por disjuntor geral, com chave seccionadora ou dispositivo diferencial residual que desliga todos os circuitos a ele conectados e, ainda, por diversos disjuntores secundários que desligam seus respectivos circuitos.

### 5.1.1 Representação gráfica

O projeto consiste na previsão escrita da instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização de

energia elétrica (pontos de luz e tomadas), comandos (interruptores), trajeto dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito, carga total, etc.

A figura a seguir apresenta o desenho esquemático de um projeto elétrico. Nele estão representados graficamente os pontos de luz, as tomadas, os interruptores, os eletrodutos, os fios e o quadro de energia.

O projeto deve ser acompanhado por uma legenda que é a identificação do que foi usado no projeto. Veja a legenda do projeto acima:

IMPORTANTE

| Ponto de luz no teto | |
|---|---|
| Tomada | |
| Interruptor | s |
| Fios | |
| Eletroduto | |
| Quadro de nenergia | |

### 5.1.2 Previsão de carga

O projeto elétrico é elaborado utilizando uma planilha de previsão de carga. A previsão de carga consiste em estimar todos os equipamentos elétricos que serão utilizados na edificação. Esta previsão de carga é obtida pelo somatório da potência de todos os pontos de luz e das tomadas da edificação, empregando critérios sugeridos pela norma brasileira. A potência utilizada é a potência média dos aparelhos de consumo mais a potência de iluminação.



***O projeto de layout é aquele que representa os desenhos de móveis e equipamentos.***

A primeira etapa é ter em mãos o projeto de arquitetura, no qual é definido o que é cada ambiente da edificação. Na planta de arquitetura das escolas, por exemplo, estão definidos os locais das salas de aula, da diretoria, dos banheiros, do refeitório, etc. Deve-se, também, obter o ***layout*** de cada ambiente. Nas salas de aula é importante conhecer as alternativas de posição das mesas e das carteiras, se haverá tomadas para computadores, para televisor e outros aparelhos. Nas cozinhas e nos refeitórios, é preciso definir o local da bancada para que as tomadas estejam próximas, facilitando o uso. É com o projeto ou o esboço do *layout* que o projetista elétrico lança os pontos de consumo (iluminação e tomadas).

Laboratórios ou salas especiais devem ser previstos para que o projetista determine a potência das tomadas para os equipamentos elétricos. Tudo isso é pensado para que o projeto esteja de acordo com o uso da edificação, garantindo a eficiência e o conforto do usuário.

Como critério geral, todos os ambientes devem ter pelo menos um ponto de luz e um ponto para tomada. As tomadas de uso geral nas salas de aula podem ser utilizadas para televisor ou retroprojetor. Havendo aparelho de ar-condicionado, deve-se deixar uma tomada para uso específico.

***Pé direito** é a altura útil entre o chão e o teto em qualquer edificação.*

***Arandela**: qualquer aparelho de iluminação feito para funcionar preso à parede.*

Para iluminação, pode ser previsto apenas um ponto de luz no teto, no centro da sala. Existem ainda salas com vários pontos de luz, onde são utilizadas as lâmpadas fluorescentes, mais econômicas e funcionais em locais onde a luz irá ficar acesa por um longo período. Ambientes com **pé direito** alto podem contar com as **arandelas**, que são pontos de luz na parede.

As cozinhas ou refeitórios, geralmente, possuem maior número de pontos de tomadas, para uso dos diversos equipamentos existentes, como forno, geladeira, liquidificador, etc. Cada projeto é feito em função do tipo de uso da edificação, procurando atender a necessidades específicas.

### 5.1.3 Simbologia

O projeto elétrico é representado por símbolos gráficos. Eles são utilizados para facilitar sua execução e a identificação dos pontos de consumo. Aqui, será apresentada a simbologia usual, consagrada nos projetos elétricos. Contudo, essa simbologia pode variar de um profissional para outro. Consulte sempre a legenda para identificar o que foi usado no projeto.

| **Simbolos gráficos** | |
|---|---|
| Ponto de luz no teto | ○ |
| Ponto de luz na parede | ⌓ |
| Tomada | ▶ ou ○ |
| Interruptor | **s** ou ○ |
| Fios | ─┼─┴──┬┬──── |
| Eletroduto no teto ou na parede | ──────── |
| Eletroduto no piso | – – – – – – – – – – – – – – |
| Quadro de energia | ▮ |

### 5.1.4 Dimensionamento dos fios e dos eletrodutos

Os fios e os eletrodutos são dimensionados segundo os critérios propostos na norma brasileira.

Para o dimensionamento dos fios são utilizados diversos critérios, como a carga a ser utilizada no circuito, o tipo de instalação (aparente ou embutida), o ambiente (sujeito às intempéries, interno, em altas temperaturas) e as distâncias entre a fonte de alimentação e o local de uso da carga.

Dimensionados os fios, por circuito, pode-se calcular a bitola dos eletrodutos. Para dimensionamento do eletroduto, considera-se a área de ocupação dos fios que o percorrem, dividindo-a pela taxa de ocupação máxima.

***Os eletrodutos são dimensionados de forma a atenderem uma taxa de ocupação máxima, ou seja, parte do eletroduto não deve ser ocupada pelos fios. Isso é necessário porque os fios esquentam com o uso dos equipamentos e dilatam. Havendo espaço livre dentro do eletroduto, o fio dilata e não há problemas.***

Para a definição da bitola dos fios e dos eletrodutos é necessário utilizar tabelas com as bitolas comerciais. A seção nominal dos fios é dada em mm², com fios de 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, etc. A seção mínima de cada circuito deve ser:

| Elemento | Seção mínima (mm2) |
|---|---|
| Iluminação | 1,5 |
| Tomadas de uso geral em quarto, sala e similares | 1,5 |
| Tomadas em cozinha, áreas de serviço, garagens e similares | 2,5 |
| Aquecedores de água em geral | 2,5 |
| Condicionador de ar | 2,5 |

São encontrados, no mercado, eletrodutos com diferentes diâmetros e o tamanho nominal a eles designados podem ser de 16, 20, 25, 32, etc.

*Tradicionalmente no Brasil, os eletrodutos são designados por um tamanho nominal, um simples número, sem dimensão, embora muito próximo ao valor do diâmetro externo, dado em mm ou polegadas.*

IMPORTANTE

A tabela a seguir apresenta a correspondência entre o tamanho nominal dos eletrodutos rígidos em PVC, do tipo roscável e seu diâmetro externo, em mm.

| Tamanho nominal | Diâmetro externo (mm) |
|---|---|
| 16 | 16,7 ± 0,3 |
| 20 | 21,1 ± 0,3 |
| 25 | 26,2 ± 0,3 |
| 32 | 33,2 ± 0,3 |
| 40 | 42,2 ± 0,3 |
| 50 | 47,8 ± 0,4 |
| 60 | 59,4 ± 0,4 |
| 75 | 75,1 ± 0,4 |
| 85 | 88,0 ± 0,4 |

## 5.2 Entendendo o projeto elétrico

### 5.2.1 A chegada da energia elétrica

A **energia elétrica**, fornecida pela empresa de eletricidade à escola em que você trabalha, chega por meio de três fios, distribuem as tensões típicas de 110 V e/ou de 220 V da sua cidade entre os aparelhos elétricos para que eles funcionem.

Portanto, podemos dizer que a **eletricidade** chega até sua escola através de fios elétricos e que esta energia é **transportada** por **ondulações** da corrente elétrica que vão e vêm pelos condutores, impulsionadas pela tensão elétrica. A tensão varia continuamente, mudando de **polaridade**, às vezes "empurrando" a corrente, outras vezes "puxando-a", alternadamente.

Para que uma corrente elétrica possa circular por um aparelho que seja ligado a esses condutores de energia, ela precisa de um percurso completo (circuito fechado), ou seja, de ida e

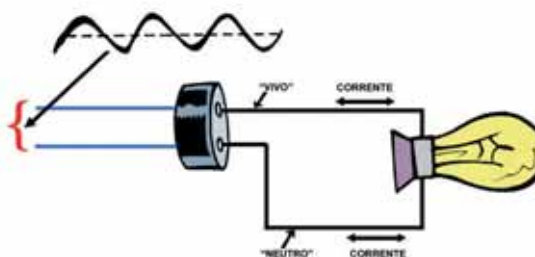
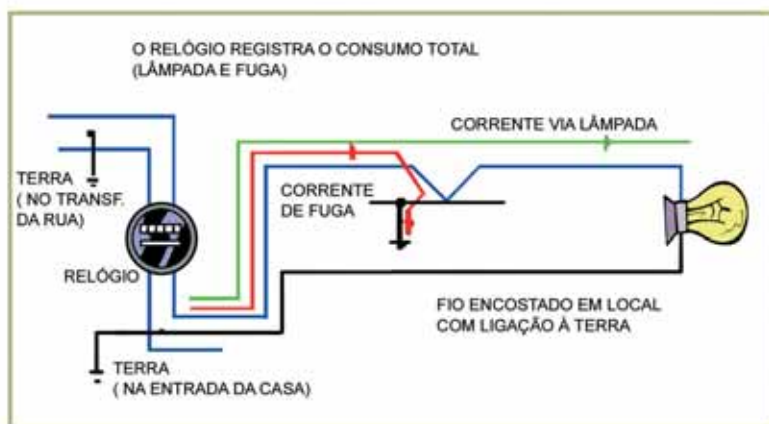
volta, o que significa que um só fio não pode alimentar nenhum aparelho. Precisamos usar dois fios, entre os quais a tensão elétrica muda alternadamente de polaridade.

Por segurança, a empresa distribuidora de energia aterra um dos fios que chegam até sua escola, na saída do gerador, no transformador da rua e em centenas de outros pontos ao longo de seu percurso. Este fio não apresenta nenhuma diferença de potencial com o solo (porque está intimamente ligado com ele), sendo denominado, subjetivamente, de "retorno", "neutro" ou "terra". Os outros dois fios são isolados da terra. São os denominados **fios fase** ou **vivos**.

Para um aparelho elétrico estes nomes são desnecessários, uma vez que os dois fios trabalham exatamente do mesmo modo, alternadamente.

Contudo, para o instalador (eletricista) e para o usuário da edificação é importante saber **qual fio está ligando o quê a quê**, por motivos de segurança, não por motivos de funcionamento do aparelho. Quando ligamos a televisão à tomada, de qualquer lado que coloquemos o plugue, ela funcionará. Isto comprova que não importa, para o funcionamento do aparelho, saber em qual fio está a fase ou o neutro. Contudo, se utilizarmos uma chave teste (chave que acende uma luz quando colocada na tomada no fio da fase), podemos verificar que um lado da tomada esta energizado (fase) e o outro não (neutro).

Assim, se colocarmos o dedo dentro da tomada no local ligado ao fio neutro, não tomaremos choque, pois não há diferença de potencial. Tanto o corpo humano quanto o fio neutro estão ligados à terra. Mas, se colocarmos o dedo na fase, fechamos o circuito (pois o corpo é um condutor) e tomamos choque.

Na figura a seguir, mostramos um circuito elétrico simples e a nomenclatura associada.

Estes fios condutores de energia elétrica passam por um transformador abaixador de tensão (instalado, geralmente, em algum poste próximo da edificação) e são levados até o **medidor de energia elétrica** ou de consumo de energia, denominado "relógio da luz". Este relógio, como é popularmente conhecido, mede os quilowatts-horas consumidos, que correspondem à quantidade de energia fornecida.

***O medidor só funciona quando a corrente circula, ou seja, quando algum aparelho é ligado (luz ou tomada) e exige, com isso, a circulação de uma corrente que lhe forneça energia.***

Após o relógio, encontramos um conjunto de dispositivos de proteção denominados de chaves ou disjuntores. Os disjuntores desarmam quando a corrente ultrapassa um valor considerado perigoso para a instalação.

A intensidade máxima da corrente que pode passar por um fio é determinada basicamente pelo material com o qual ele é feito e por sua espessura. Portanto, tanto os fios quanto os disjuntores devem ser corretamente dimensionados para atender aos equipamentos elétricos e pontos de iluminação necessários na edificação.

***Como já foi explicado anteriormente, temos que P = U x i, onde "P" é a potência do aparelho, "U" é a tensão da cidade e "i" a corrente suportada pelo fio. Para ligarmos uma geladeira cuja potência seja de 500 W em uma cidade cuja tensão seja 220 V, precisamos de uma corrente mínima igual a: i = P/U, ou seja, i = 500/220 = 2,3 A.***

***Isso significa que, para o correto funcionamento da geladeira, neste exemplo, o fio tem de ter uma bitola que suporte no mínimo 2,3 A de corrente. Se a espessura do fio for inferior, a quantidade de calor produzida***

***pela geladeira irá esquentar o fio e dependendo do tempo que o fio se mantiver aquecido, poderá afetar a integridade de sua capa plástica. Se essa capa derreter, com a perda do isolamento, há risco de ocorrer um curto-circuito.***

***Neste caso, a função do disjuntor é desarmar, interrompendo assim a circulação da corrente. Caso isto não ocorra há risco de pifar todos os equipamentos que estejam ligados e até de provocar um incêndio.***

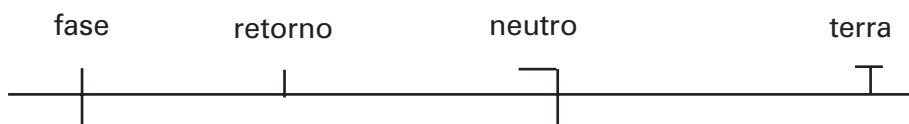
***"Curto-circuito" não é um circuito "curto" (trajeto físico de pequena extensão), é um percurso de menor resistência elétrica para a corrente.***

### 5.2.2 Os fios elétricos

A rede elétrica é formada por fios chamados de neutro e de fase. O fio neutro possui potencial zero, e o fio fase é o fio por onde a tensão elétrica é transmitida. Como haverá diferença de potencial entre a fase e o neutro, haverá tensão elétrica. Na rede elétrica, a tensão é alternada, já que potencial elétrico do fio fase é uma forma de onda senoidal, isto é, varia ao longo do tempo.

Nas instalações elétricas de uma escola podem entrar de dois a quatro fios. Destes fios que vêm do poste para a caixa de luz e passam pelo relógio medidor, um é chamado neutro e os demais são chamados fase. Podemos ter até três fases.

O número de fases é definido pelo projetista em função da potência instalada na edificação. A edificação é denominada monofásica quando existe apenas uma fase e um neutro, bifásica se forem duas fases e um neutro e trifásica para três fases e um neutro. Em seguida, esses fios passam pela chave geral, que serve como interruptor de toda a instalação. Da chave geral saem os fios para cada circuito, levando energia para os aparelhos e para a iluminação da edificação.

Normalmente, os fios são representados graficamente nos projetos elétricos conforme apresentado a seguir:

Vamos agora explicar a diferença na denominação de cada fio.

O **fio neutro** é um dos condutores de energia da empresa distribuidora, sendo ligado à terra. No local onde a energia elétrica é gerada, ao longo das torres de distribuição, nas subestações e nos transformadores de rua há uma ligação desse condutor até o solo.

O condutor isolado da terra que apresenta potencial elétrico em relação a ela é denominado de **fio fase.** Evidentemente, se com os pés no chão, tocarmos nesse condutor, tomaremos choque.

O retorno é o fio que conecta o interruptor e a lâmpada. Quando acionamos a chave do interruptor, ele leva a corrente elétrica presente na fase (instalada no interruptor) até a lâmpada, acendendo a mesma. Enquanto o interruptor está desligado, este fio funciona como **fio neutro**, quando ligamos o interruptor, ele passa a ser uma fase, pois leva a fase para a lâmpada, acendendo-a.

E o **fio terra**? O fio terra tem a função de capturar a corrente elétrica que algumas vezes quer "fugir" do interior dos aparelhos defeituosos e conduzi-la para a terra, desviando-a do corpo das pessoas. Ele é fundamental para a proteção das pessoas contra os choques elétricos, absorvendo e encaminhando para a terra as correntes que "fugiram" dos aparelhos, e para a proteção dos aparelhos elétricos contra picos de energia. Ele descarregará para a terra as correntes "fugitivas" e estabilizará as tensões quando ocorrerem defeitos nas instalações. Podemos compará-lo ao cinto de segurança de um automóvel. Como o automóvel funciona e transporta pessoas que não estão utilizando o cinto de segurança, os aparelhos também funcionam sem possuir o fio terra. Por isso, muitas vezes as pessoas não se lembram de colocar o fio terra, fazendo com que os riscos à segurança delas e dos aparelhos aumentem bastante, da mesma forma quando, no automóvel que se envolve em um acidente, seus ocupantes estão sem o cinto de segurança.

IMPORTANTE

### 5.2.3 Funcionamento das tomadas e das lâmpadas

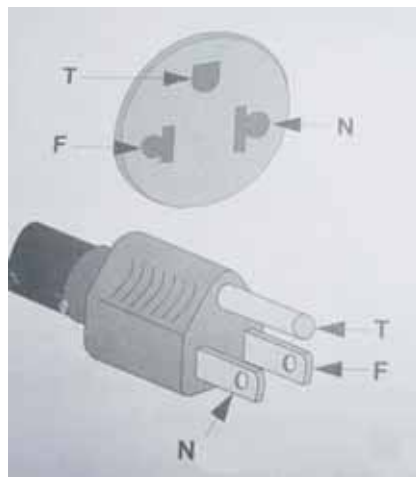
O projeto de uma escola é dividido em vários circuitos. Peguemos um exemplo: nos fios que chegam à escola em que você trabalha, uma das fases pode ser utilizada para alimentar as tomadas de energia distribuídas pelas salas de aula, corredores e demais ambientes da escola e outra fase para alimentar as lâmpadas.

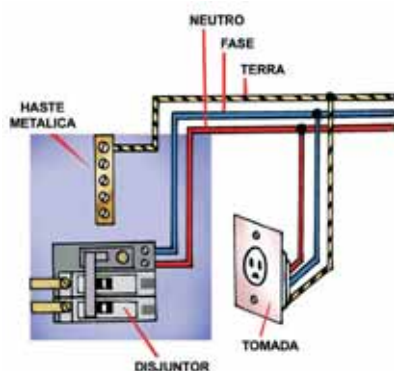
Estas separações de circuitos são feitas pelos projetistas e são interessantes não só em termos de distribuição das correntes como também para a manutenção. Ao separarmos o circuito de iluminação das tomadas, por exemplo, podemos desligar a chave que alimenta as tomadas para trabalhar numa delas, sem precisar desligar a luz, que vai iluminar o local em que se está trabalhando.

A distribuição em vários circuitos é utilizada também para evitar os perigos que possam resultar da falha de um único circuito e para limitar as conseqüências de uma falta de energia elétrica. Cada circuito possui fios independentes que saem do quadro de distribuição de energia.

- **Tomadas**

As tomadas são alimentadas pelos fios denominados de fase, neutro e terra. A figura a seguir mostra uma tomada-padrão, com os pinos da fase e neutro, onde a energia passa e o pino terra (aterramento), que permite o escape da energia excedente, evitando choques e a queima dos aparelhos.

É obrigatório que todas as tomadas tenham seu fio terra. Normalmente, os aparelhos elétricos já vêm com o fio terra instalado, seja no próprio cabo de ligação do aparelho à tomada (três pinos), seja separado dele (fio elétrico ao lado do plugue, geralmente verde). No primeiro caso, é preciso utilizar uma tomada com três pólos onde será ligado o cabo do aparelho. No segundo, uma tomada com dois pólos é suficiente. O fio terra do aparelho (que fica, normalmente, no fundo do equipamento) deve ser ligado diretamente ao fio terra da rede. Este fio substitui o pino do fio terra.

Alguns aparelhos elétricos não precisam de fio terra. Eles são construídos de tal forma que a corrente "fugitiva" não cause risco às pessoas. Para sua ligação é usada uma tomada com apenas dois pólos, um para o fio fase e outro para o fio neutro.

A figura esquemática a seguir representa o quadro de energia, onde estão os disjuntores e a haste para aterramento do fio terra. Cada disjuntor liga um circuito. Cada circuito possui fio fase e neutro independente. As tomadas, como já foi dito, possuem três pinos: um para o fio fase, outro para o fio neutro e outro para o fio terra.

- **Iluminação**

Os circuitos que alimentam pontos de iluminação utilizam apenas a fase e o neutro. Existe um terceiro fio chamado retorno. A fase chega no interruptor e é transmitida para a lâmpada pelo retorno. Se o interruptor estiver desligado não passa corrente pelo retorno. Ao ligá-lo, a corrente passa pelo retorno e acende a luz. Na lâmpada chegam o neutro e o retorno.

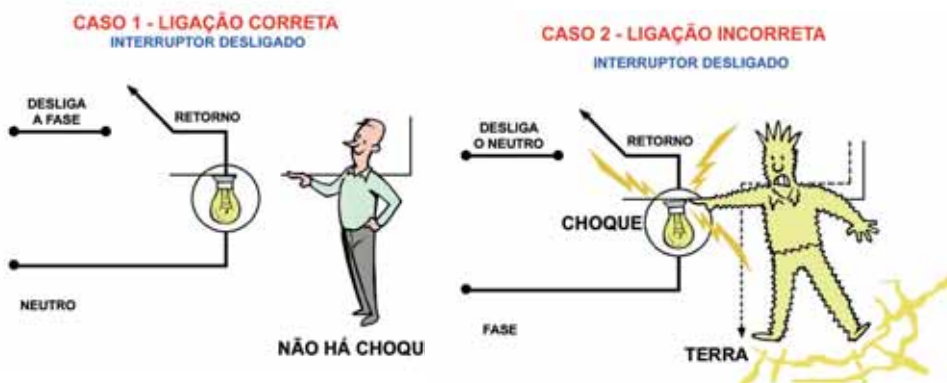
Os interruptores são ligados em série com as lâmpadas, ou seja, a corrente que passa pelo interruptor é a mesma que passa pela lâmpada, Observe que basta interromper a corrente em apenas um fio, pois isso interrompe seu percurso, impedindo sua circulação: a lâmpada não acende. Em princípio, podemos interromper a corrente no fio fase ou no fio neutro, mas é uma boa prática do instalador identificar o pólo fase e nele colocar o interruptor (geralmente no ponto médio da chave de tecla).

Esse procedimento é interessante porque, se tentarmos trocar uma lâmpada tendo apenas o interruptor desligado e esse se achar no neutro (todo o restante do circuito ligado na fase), um toque em qualquer parte metálica do soquete ou do

IMPORTANTE

circuito não impede que levemos um choque, pois passamos a formar um circuito fechado.

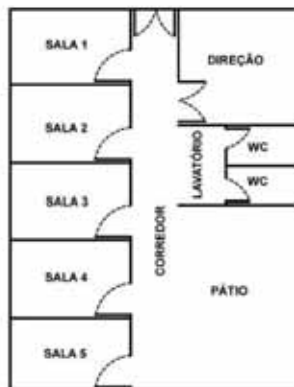
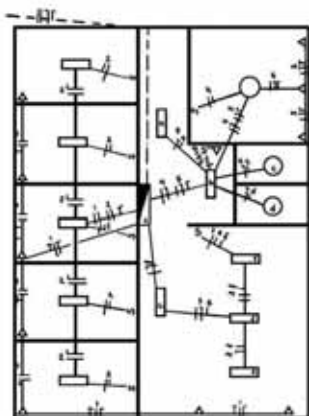
Se o fio interrompido for a fase (caso 1), nas partes metálicas do soquete da lâmpada teremos apenas neutro, ou seja, elementos com o mesmo potencial de nosso corpo e que, portanto, não podem dar choque mesmo que toquemos neles. No caso 2, mesmo que o interruptor esteja desligado, a fase está chegando na lâmpada, criando um circuito fechado com o corpo no momento da troca da lâmpada e causará o choque.

*Os interruptores possuem três pinos de contato na chave de tecla (por trás da peça). Quando instalamos circuitos simples devemos conectar o fio fase no ponto médio (pino do meio) e o fio do retorno em uma das extremidades. Interruptores instalados em three-way utilizam os três pinos, devendo o fio fase e o retorno da lâmpada ser instalado no centro de cada um deles (neste caso são dois interruptores) e os demais ao retorno.*

Fique atento para a passagem dos fios elétricos nos circuitos. Este conhecimento é fundamental para a segurança dos usuários da edificação.



***Faça um** croqui **dos fios elétricos, procurando entender quais fios chegam às lâmpadas e às tomadas. Ficou clara a diferença entre a fase, o neutro e o terra? Caso tenha dúvida, ou queira socializar o conhecimento, monte uma equipe de estudo, com outros funcionários ou com alunos e, com eles, faça a maquete do circuito elétrico de uma lâmpada. Para isso, vocês irão precisar de um interruptor, um soquete, uma lâmpada e fios. Registre adequadamente.***

## 5.3 Projeto elétrico de uma escola

Vamos apresentar, como exemplo, o projeto elétrico de uma escola. A planta baixa da escola é apresentada a seguir. Temos, no projeto, salas de aula, direção, banheiros, lavatório, corredor e pátio.

O projeto elétrico é apresentado a seguir. Nele, constam a representação gráfica dos pontos de luz, as tomadas, os interruptores, os fios, os eletrodutos e o quadro de energia.

A planilha de circuitos da escola é apresentada a seguir. Nela, consta a previsão de carga dos aparelhos elétricos e dos pontos de iluminação por circuito.

| Circuito | Pontos de consumo | Potência das lâmpadas + tomadas | Potência total (W) |
|---|---|---|---|
| 1 | Tomadas das salas e do pátio | 7 x 300 W | 2.100 |
| 2 | Iluminação das salas | 5 x 200 W | 1.000 |
| 3 | Iluminação do corredor<br>Iluminação do pátio | 1 x 200 W<br>3 x 500 W | 1.700 |
| 4 | Iluminação da direção, do corredor e banheiro + tomada lavatório | 5 x 200 W<br>1 x 1.000 W | 2.000 |
| 5 | Tomadas da direção | 3 x 1.000 W | 3.000 |

O projeto é acompanhado por uma legenda que identifica os símbolos usados. Veja a legenda do projeto acima:

| Símbolo | |
|---|---|
| Ponto de luz incandescente no teto | ○ |
| Ponto de luz fluorescente no teto | ▭ |
| Tomada baixa (30 cm) | ▶ |
| Interruptor | s |
| Fios | |
| Eletroduto no teto ou na parede | ——— |
| Eletroduto no piso | - - - - - |
| Quadro de energia | |

No projeto, vemos que chegam nos interruptores os fios fase e retorno, que é ligado à lâmpada. Na lâmpada chega o fio neutro e o retorno, que vêm do interruptor. E nas tomadas chegam a fase, o neutro e o retorno.

Os fios vêm da rede elétrica e chegam até o relógio, localizado na entrada da edificação. Partem geralmente pelo piso para o quadro de energia.

Nesse exemplo, temos uma edificação bifásica, onde chegam da rede dois fios de fase e o neutro. O quadro deve ser aterrado de onde temos então o fio terra.

Do quadro de energia localizado dentro da edificação saem os fios que alimentam os pontos de consumo. Cada um dos cinco circuitos possui seus respectivos fios. No quadro, para cada circuito é instalado um disjuntor.

## 5.4 Instalação de um fio terra

A conexão dos equipamentos elétricos ao sistema de aterramento deve permitir que, caso ocorra uma falha no isolamento dos equipamentos, a corrente de falta (corrente "fugitiva") passe através do fio de aterramento, em vez de percorrer o corpo de uma pessoa que, eventualmente, esteja tocando o equipamento (o que provocaria choque, lesões e até mesmo morte – dependendo de cada situação e da intensidade da corrente de fuga).

***Dentro de uma instalação elétrica existem diversos tipos de proteção: contra choques elétricos, contra descargas atmosféricas, contra sobretensões, etc. Para uma melhor compreensão e busca da solução mais conveniente, deve-se estudar separadamente cada uma delas. Porém, para executar a instalação deve ser feito um único aterramento. As Normas Técnicas não permitem aterramentos isolados ou independentes, para que não apareça diferença de tensão, que é a principal causa de "queima" dos equipamentos e que colocam em riscos os usuários das instalações elétricas. Um único ponto de aterramento, portanto, garantirá a proteção adequada.***

O procedimento comum utilizado para aterramentos isolados, exclusivos ou independentes constitui um grande equívoco. Esse procedimento não está de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras, de uso obrigatório, e coloca em risco as pessoas e os aparelhos elétricos.

Todo o quadro de distribuição deve ter um terminal de aterramento, para onde irão convergir os fios terra da instalação. Isso significa que todos os fios terra, de cada aparelho, devem ser ligados ao mesmo ponto de aterramento.

O terminal, por sua vez, deve ser ligado ao eletrodo de aterramento, de uso obrigatório em todo padrão de entrada de energia. Essas ligações devem ser feitas da forma mais direta e curta possível.

***De uma forma simples, dizemos que um aterramento é conseguido enterrando uma haste metálica a cerca de dois metros de profundidade no solo (na terra), conectando o fio terra nele ou ligando o fio às partes metálicas da edificação.***

## 5.5 Observações gerais

Aqui estão apresentados alguns cuidados gerais na execução de um projeto elétrico e no contato com a rede:

- nunca aumente o valor do disjuntor ou do fusível sem trocar a fiação. Nesse caso, procure um especialista para auxiliá-lo;

- devem ser previstos circuitos separados para as tomadas da cozinha ou refeitório e a iluminação;
- todas as tomadas devem ter um fio para o aterramento;
- o disjuntor não deve ser utilizado como interruptor;
- não utilize o fio neutro como fio terra;
- apenas o aterramento não é suficiente para a proteção das pessoas contra os choques elétricos. As Normas Técnicas Brasileiras exigem o uso de disjuntores DR (Diferencial–Residual), que podem ser adquiridos em casas de material elétrico;
- evite a utilização dos chamados "Ts" ou benjamins. Seu uso indevido causa sobrecarga nas instalações. Instale mais tomadas, respeitando o limite de condução de energia elétrica dos fios;
- recorra sempre aos serviços de um profissional bem qualificado;
- os chuveiros elétricos devem possuir circuitos exclusivos;
- no caso da instalação de um novo equipamento elétrico como, por exemplo, um ar-condicionado, procure um especialista para calcular se a fiação, o eletroduto e o disjuntor existentes suportam o aparelho;
- sempre que for fazer manutenção na rede elétrica, desligue o disjuntor.

***Procure obter o projeto elétrico da sua escola. Ele será útil no caso de eventuais manutenções da rede elétrica. Procure entender os circuitos existentes.***

***Localize o quadro de energia da escola. Veja quantos disjuntores existem dentro do quadro. Procure descobrir qual circuito cada disjuntor alimenta e se possível anote com fita adesiva os pontos de consumo de cada circuito ao lado do disjuntor (lâmpadas, tomadas, etc.).***

***Observe se existem disjuntores desarmando ou fusíveis queimando. Caso isso ocorra procure ajuda de um especialista para redimensionar a rede e verificar o motivo da falha.***

***Verifique se o quadro da sua escola está aterrado.***

# 6

## Princípios e desenvolvimento da eletrônica

## 6.1 Conceitos básicos

Sabemos que, sem eletricidade, não há automação. Ela está presente no acionamento (motores elétricos), no sensoriamento e mesmo nas bombas hidráulicas e nos compressores pneumáticos. Tudo na vida evolui. Desde o século passado, a humanidade vem produzindo diversas coisas novas como a eletricidade, que também já se modificou, adquirindo uma nova identidade: a eletrônica.

**Eletrônica** é um ramo da eletricidade que opera com correntes elétricas baixas, porém muito bem controladas. Na automação, a eletrônica é mais usada no controle de equipamentos.

A eletrônica está sempre presente no dia-a-dia. Quando você assiste a uma telenovela ou a uma partida de futebol pela televisão, ouve música no rádio ou utiliza o computador, está desfrutando de coisas que só a eletrônica é capaz de proporcionar.

O assunto mais abordado na eletrônica hoje é a **automação residencial**. Ela está diretamente ligada ao conforto e à qualidade de vida, estando cada dia mais presente nas edificações. A automação consiste em um processo de integração dos diversos componentes de uma edificação, seja uma casa, um edifício ou uma escola. Toda a estrutura é cabeada. Pelos cabos, trafegam os sinais de dados, voz e imagens recebidos na edificação.

Quais sistemas podem ser integrados na automação? Os sistemas domésticos e escolares passíveis de integração são: comunicação (centrais telefônicas, secretária eletrônica, identificador de chamadas), eletrodoméstico (geladeira, lavadora de roupas, microondas), iluminação (*dimmers*, sensores, luminárias, *keypads*), utilidades (irrigação, bombas de piscinas, sauna, aspiração de pó, gás, aquecedores), informática (micros, impressoras, *scanners*), climatização (ar-condicionado, termostatos, ventilação), áudio/vídeo (*home theater*, som ambiente, multimídia) e segurança (alarme, monitoramento, portas automáticas, fechaduras automáticas, circuito fechado de TV – CFTVz).

A chave desse processo é a criação de uma adequada infra-estrutura física e lógica, representada pelo cabeamento e seus acessórios, responsáveis por trafegar todos os sinais de dados, voz e imagem recebidos pela residência, pelo edifício ou pela escola. Assim, cada vez mais, a tradicional instalação

elétrica será substituída por inovações necessárias à sua completa automação.

A automação vem crescendo a cada ano. Afinal, quem não quer estar em casa relaxando e escolhendo, do sofá, não apenas os canais da TV, pelo controle remoto, mas também a persiana da janela para que diminua um pouco a claridade da sala, tornando-a mais aconchegante? Ou, então, indo para casa após um dia de trabalho, poder acionar a cafeteira para que prepare um delicioso café? E a segurança? Através das fechaduras automáticas, podemos conferir se a porta da nossa casa está realmente trancada e através dos sistemas de alarme podemos garantir que nossa casa esteja protegida.

Numa escola podemos ter todos estes exemplos de automação.

Podemos citar outros sistemas de automação: aceso controlado à edificação pela leitura da íris (olhos) ou pela digital (mãos), sensores de presença, monitoramento, climatização de ambientes, etc. Tudo isso garante a funcionalidade, o conforto e a segurança de nossas vidas e patrimônios. São muito úteis em museus, bancos, *shoppings,* na sua escola e até mesmo em nossa casa.

IMPORTANTE

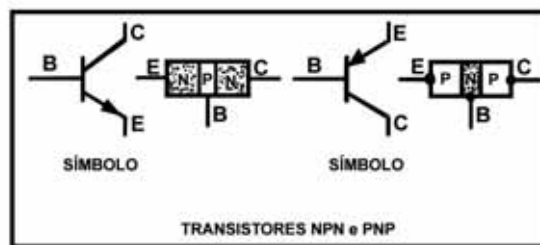
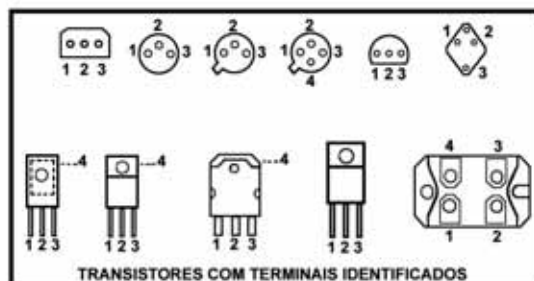
***O que dizer da escola em que você trabalha? Além da segurança, imagine a economia! Por meio da automação, é possível programar para que todas ou parte das luzes do prédio escolar desliguem em determinada hora, evitando o desperdício.***

O uso do ar-condicionado pode representar até 50% do consumo elétrico de um edifício comercial. Por meio da automação é possível reduzir esse consumo, controlando a temperatura de acordo com a demanda. Em geral, o conforto para o ambiente é de temperaturas entre 23ºC e 25ºC, e a eficiência do sistema é obtida pela escolha do equipamento e por uma correta operação. Nas escolas, o sistema mais utilizado é do tipo janela ou *split*. O sistema de ar-condicionado central, embora mais eficiente, raramente é utilizado em escolas. Nos dois, é possível o controle eletrônico da temperatura e do funcionamento dos climatizadores.

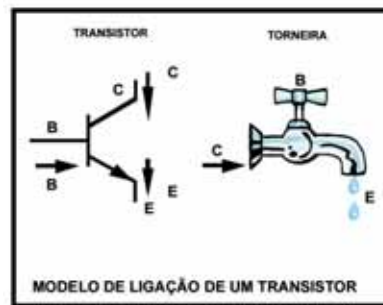
*A eletrônica engloba desde os eletrodomésticos até os microcomputadores, incluindo os sistemas de alarme, som e vídeo. Iremos abordar, a seguir, os principais componentes eletrônicos (o transistor, o resistor, o capacitor, o indutor e o diodo), que estão presentes em um sistema de automação.*

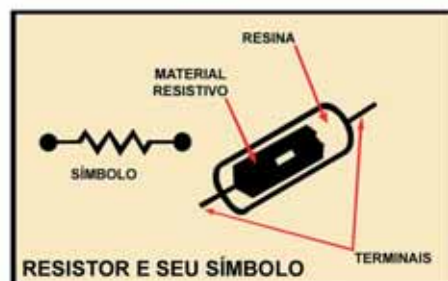
### 6.1.1 Transistor

A eletrônica moderna começou com o aparecimento do transistor em 1947. Um transistor é feito de três camadas, geralmente de silício, elemento químico encontrado em grande quantidade na natureza. No processo de fabricação do transistor, se uma das camadas é enriquecida com elétrons, passa a ser chamada N; se é empobrecida, isso é, perde elétrons, vira camada P. Há dois tipos de transistores que podem ser construídos com camadas P e N: transistores NPN e transistores PNP.

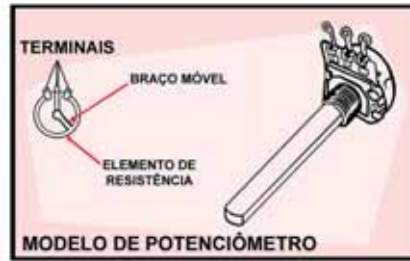
Todo transistor possui três terminais. Aquele que está ligado à camada do meio chama-se base. Os que estão ligados às camadas das pontas chamam-se emissor e coletor. A figura a seguir ilustra os transistores PNP e NPN com seus símbolos.

A figura, a seguir, mostra o aspecto físico de vários transistores, com a identificação dos terminais.

Os transistores funcionam de maneira semelhante ao registro de água. Entre coletor e emissor do transistor, aplica-se uma tensão elétrica e, entre a base e o emissor, faz-se circular uma corrente, que irá controlar a corrente entre coletor e emissor.

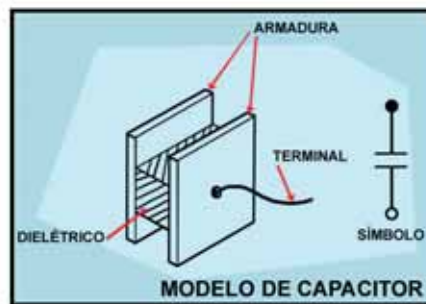
A corrente da base deve ser obtida por uma tensão elétrica adequada. Se a base é P, o pólo positivo da tensão deve ser ligado na base e o negativo, no emissor. Assim, os elétrons em excesso no emissor são acelerados em direção à base. Como a base é fina, os elétrons entram no coletor.

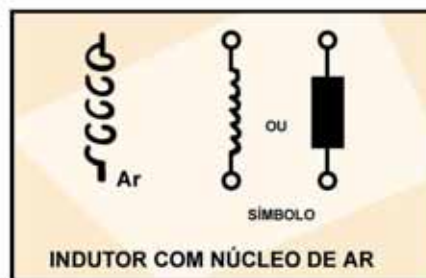
Assim como, no registro de água, o controle da abertura faz variar o fluxo de água, no transistor, a corrente de base controla a corrente entre coletor e emissor. A figura, a seguir, mostra como deve ser ligado um transistor NPN, de tal forma que a corrente de base (chamada de $I_B$) controla a corrente do coletor ($I_c$) e do emissor ($I_E$).

## 6.1.2 Resistor

O resistor é um componente de dois terminais, feitos de carbono, película metálica ou fio. O resistor é usado para controlar a corrente num circuito.

Em muitas situações, é necessária uma mudança rápida da resistência elétrica para controlar tensão ou corrente. Você observa isso no controle de volume de um amplificador, na intensidade do brilho da televisão ou ainda no controle da

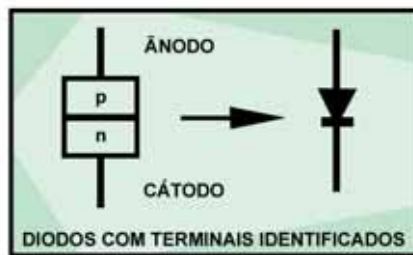
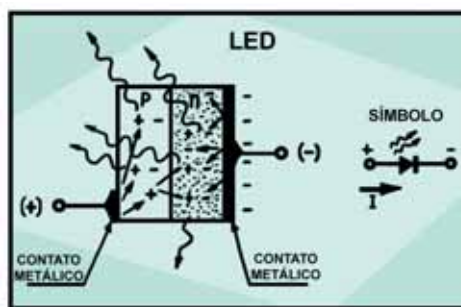
IMPORTANTE

velocidade de um motor elétrico. Nesses casos, usa-se um resistor variável, chamado potenciômetro.

### 6.1.3 Capacitor

Esse componente possui duas placas condutoras (armaduras), separadas por um material isolante chamado dielétrico. Serve para acumular cargas elétricas.

### 6.1.4 Indutor

Indutor é uma bobina, enrolada com fios condutores em torno de um núcleo que pode ser de ferro ou ar. Seu efeito é o de se opor às variações de corrente elétrica num circuito por meio do campo magnético criado no seu interior.

### 6.1.5 Diodo

Construído com duas camadas, P e N, geralmente de silício, o diodo é um componente usado como uma chave. A corrente elétrica (os elétrons em movimento) passa pelo diodo quando entra pela camada N e sai pela camada P; quando se tenta

fazer a corrente passar da camada P para N, o componente fecha a passagem.

Certos diodos emitem luz visível quando atravessados por corrente elétrica. São os LEDs (diodo emissor de luz), feitos geralmente com fosfeto de arsenieto de gálio ou fosfeto de gálio.

## 6.2 Instrumentação básica para a eletrônica

Instrumentos para medição eletrônica são utilizados para análise de circuitos elétricos/eletrônicos. Com ele podemos medir corrente, voltagem e resistência. Podemos, ainda, analisar capacitores, diodos e transistores.

Alguns destes medidores podem ser dedicados a determinado equipamento e instalado em seu painel de controle. Outros são mais versáteis e são utilizados para testes em campo ou em bancadas.

Os instrumentos para medição eletrônica podem ser analógicos ou digitais. Os modelos analógicos têm como vantagem uma boa fidelidade de medição, mesmo sob presença de harmônicas e outras interferências no circuito que se deseja medir. Já os digitais possuem a vantagem de melhor visualização, principalmente os que utilizam LCD (Liquid Cristal Display) com *back light* (luz de fundo).

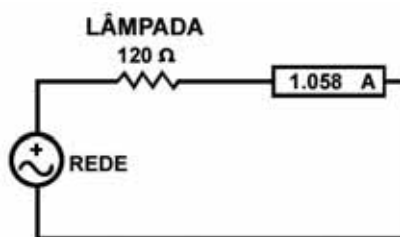
Dentre os equipamentos considerados básicos na eletrônica, temos o amperímetro e o voltímetro. A figura a seguir

IMPORTANTE

apresenta um amperímetro analógico de painel e um voltímetro digital:

Amperímetro analógico

Voltímetro digital

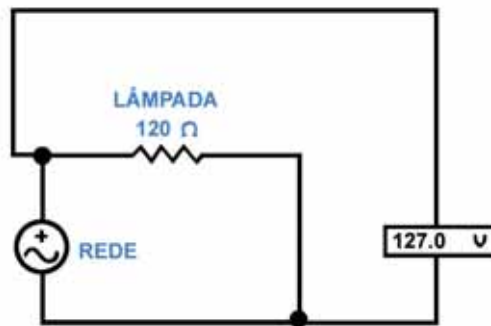
Um amperímetro sempre deve ser conectado em série ao sistema, como é ilustrado abaixo.

**Esquema de ligação de um amperímetro**

A resistência interna do amperímetro é extremamente pequena, o que significa que ele não interfere na resistência equivalente do circuito, indicando uma corrente próxima à que realmente existe no circuito. Quando estamos trabalhando em um circuito de corrente alternada, não devemos nos preocupar com a polaridade do amperímetro, isto é, tanto faz qual cabo conectaremos em cada parte do circuito.

No entanto, ao trabalharmos em corrente contínua, devemos nos ater ao sentido da corrente. A corrente sempre deve entrar no amperímetro pelo seu pólo positivo (+, normalmente indicado pela cor vermelha) e sair pelo seu pólo negativo (–, normalmente indicado pela cor preta).

A maioria dos amperímetros possui fusíveis de proteção interna. Se utilizarmos o amperímetro de forma incorreta, com corrente elétrica superior à sua capacidade, esses dispositivos de proteção atuarão e terão de ser substituídos.

Os voltímetros, como o próprio nome também sugere, medem volts, isto é, a diferença de potencial ou tensão. O voltímetro pode ser para corrente alternada ou para corrente contínua.

***Um voltímetro, ao contrário do amperímetro, possui alta resistência interna, para que pouca corrente circule por ele e não ocorra alteração na resistência equivalente do circuito a ser medido. Sua conexão a um circuito é ilustrada a seguir, onde estamos medindo a queda de tensão existente em cima da lâmpada de 120ohms.***

**Esquema de ligação de um voltímetro**

Assim como o amperímetro, não existe polaridade para o voltímetro, quando estamos trabalhando em corrente alternada. No entanto, ao trabalharmos com corrente contínua, é necessário respeitar a polaridade.

Em geral, instrumentos de medição eletrônica são integrados em um mesmo equipamento, denominado “multímetro”.

Assim, por meio de chaves seletoras, podemos medir com um mesmo equipamento corrente, voltagem, resistência, capacitância e analisar diodos e transistores.

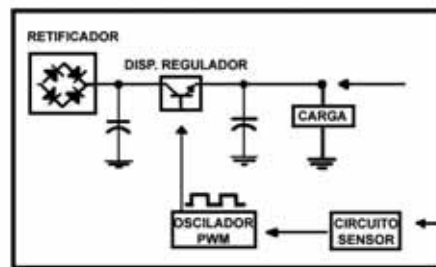
## 6.3 Fontes de alimentação

As fontes de alimentação são imprescindíveis no nosso dia-a-dia, estando presentes em praticamente todo eletrodoméstico, desde o carregador do telefone celular até sua televisão ou microcomputador. As fontes passaram por vários processos evolutivos e, apesar das chamadas fontes lineares ainda serem encontradas frequentemente, as fontes chaveadas estão conquistando espaço nos dispositivos modernos graças às suas vantagens.

A diferença básica entre uma fonte chaveada e uma fonte linear é que, na primeira, o componente do circuito encarregado de controlar a tensão da carga opera por pulsos. Daí

a vantagem de não dissipar praticamente nenhuma potência. Com isso, pode-se usar um componente de menor potência para controlar cargas de maior consumo, com perdas bem pequenas por dissipação, o que seria impossível em uma fonte linear, uma vez que nesse tipo de fonte o elemento regulador opera continuamente, dissipando-se intensamente a corrente do circuito.

O elemento de controle de corrente nessas fontes pode ser um transistor bipolar, um FET de potência, um SCR ou ainda um IGBt. Na saída da fonte, um circuito é destinado à detecção da tensão (circuito sensor) e, em função dela, gera os pulsos que determinarão quanto tempo o elemento de controle irá conduzir.

O diagrama de blocos simplificado de uma fonte chaveada típica é mostrado abaixo:

Se o tempo em que o transistor está "ligado" for igual ao tempo em que fica "desligado" (operação em ciclo ativo de 50%), a tensão resultante na saída vai ser igual à metade da tensão de pico dos pulsos. Se a tensão na saída (carga) cair (em virtude do aumento da corrente, por exemplo), essa queda vai ser detectada pelo circuito sensor, que aumentará sua freqüência e, consequentemente, o ciclo ativo do transistor e a estabilização da tensão de saída.

Como já foi dito, o elemento regulador, teoricamente, não dissipa nenhuma energia. Isso acontece porque no momento em que o transistor não conduz, a corrente circulante é nula, fazendo com que o transistor não perca nenhuma potência. No momento em que o transistor é comutado, a sua resistência é zero e, da mesma forma, a dissipação de calor não existe.

No entanto, na prática, a condição anterior esbarra nos limites do transistor (ou outro elemento regulador), que além de não possuir resistência absolutamente zero (ela chega a ser próxima a zero, mas nunca é nula), também não é um

comutador ideal, que parte da tensão mínima para a máxima instantaneamente, o que reflete em uma pequena dissipação de potência nesse ponto intermediário entre a tensão mínima e a máxima.

As fontes chaveadas possuem características que as fazem ser cada dia mais utilizadas, dentre elas há um bom rendimento, não necessitando de elementos reguladores muito potentes, de grandes dissipadores de calor e podendo fornecer normalmente a tensão necessária para a alimentação dos circuitos em geral.

Em aparelhos delicados, normalmente o elemento regulador é um transistor de efeito de campo, e esse é controlado diretamente pelo circuito oscilador.

É importante ressaltar que em fontes chaveadas a presença do transformador isolador não é obrigatória, o que as torna crítica no aspecto da reparação, em que um cuidado extra deve ser dedicado para se evitar eventuais acidentes elétricos.

IMPORTANTE

***Existe algum sistema de automação na escola em que você trabalha? Caso não exista, procure algum edifício na sua cidade ou próxima a ela que tenha sistemas de automação e faça uma visita guiada a ele. Anote no memorial.***

***Pesquise em livros, revistas ou na internet edifícios existentes com sistemas de automação. Anote em seu memorial as informações e as curiosidades encontradas.***

***Se possível, agende uma visita a alguma eletrônica especializada e peça a um técnico para que mostre o funcionamento interno de um televisor ou de um microcomputador. Caso exista em sua cidade alguma fábrica ou montagem de equipamentos eletrônicos, faça uma visita a ela. Registre o que você viu, relacionado com o que você estudou.***

# 7

# Conservação, uso e manutenção das instalações e dos aparelhos elétricos

## 7.1 Instalação elétrica em geral

### 7.1.1 Recomendações

- A cada dez anos recomenda-se verificar o estado das tubulações elétricas.
- Verifique o funcionamento das tomadas, interruptores e pontos de luz a cada dois anos e os disjuntores ou fusíveis a cada seis meses, reapertando as conexões.
- No caso de mudança de uso ou instalação de novos equipamentos, pode-se utilizar instalações aparentes que facilitam as vistorias e as novas instalações.
- Nunca deixe os quadros de energia abertos.
- Não permita extensões de qualquer dos circuitos elétricos (gambiarras) e não substitua lâmpadas por outras mais fortes, para não aquecer ou queimar o disjuntor ou fusível.
- Não substitua fusíveis queimados ou disjuntores quebrados por fios de arame ou por outros de maior capacidade que os originais.
- Faça periodicamente a substituição dos componentes defeituosos, como lâmpadas, interruptores, tomadas, etc.
- Na reposição de qualquer componente do sistema elétrico, desligue o circuito do quadro geral a fim de evitar choques elétricos.
- Mantenha sempre bem presas à parede, por meio de braçadeiras, as canalizações aparentes.
- Verifique a fixação e o isolamento da fiação aérea e dos isoladores da rede externa e interna.
- Utilize proteção individual, como estabilizadores ou filtros de linha, para equipamentos muito sensíveis, como microcomputadores.
- As instalações de equipamentos e luminárias devem ser executadas por técnico habilitado em eletricidade ou pelo técnico em meio ambiente e manutenção de infra-estrutura escolar, observando-se em especial o aterramento, a tensão ou a voltagem, a bitola e a qualidade dos fios, os isolamentos, as tomadas e os *plugs* a serem empregados.

- É sempre importante verificar se a carga do aparelho a ser instalado não sobrecarregará a capacidade de carga elétrica da tomada e da instalação. Elas devem ser compatíveis.
- Não utilize benjamins ou "tês" (dispositivos com que se ligam vários aparelhos a uma só tomada) ou extensões com várias tomadas, pois elas provocam sobrecargas.
- Durante os trabalhos de reparo das instalações elétricas, adote as seguintes medidas de segurança: utilize sapatos com solas isolantes para as manutenções elétricas, proteja as mãos com luvas, opere equipamentos elétricos com os quais se esteja bem familiarizado, nunca segure dois fios ao mesmo tempo, procure conhecer previamente a localização das chaves gerais e dos extintores de incêndio que protegem a área onde se estiver trabalhando, use apenas ferramentas com cabo isolado, não utilize álcool como agente de limpeza, desligue completamente o circuito correspondente à instalação em que estiver trabalhando.
- Em caso de incêndio: desligue o disjuntor geral do quadro de distribuição, não combater as chamas em instalações elétricas com água ou extintores de espuma, utilize os extintores de gás carbônico, dirigindo o jato para a base da chama.
- No período de férias ou recessos escolares, desligue de dia os disjuntores gerais, conservando ligados somente os necessários para a conservação de alimentos e religando à noite os do sistema de iluminação e segurança.
- Efetue limpeza nas partes externas das instalações elétricas (espelho, tampas de quadros, etc.) somente com pano.
- Evite contato dos componentes do sistema elétrico com água.

IMPORTANTE

***O uso de benjamins, "tês", ou extensões para alimentar diversos equipamentos em uma mesma tomada, deve ser evitado para a segurança das instalações elétricas. Quando se "penduram" muitas cargas na mesma tomada, ultrapassando a capacidade do circuito que a alimenta, os fios ficam sobrecarregados e se aquecem, transformando a energia elétrica em calor e, portanto, fazendo o consumo de energia aumentar. Caso o disjuntor ou fusível da instalação não esteja bem dimensionado, a sobrecarga nos fios pode até causar incêndios.***

***Acender e apagar as lâmpadas toda hora não aumenta o gasto de energia, pois ao apagar a luz, não há consumo de energia. Esse mito decorre da época em que existiam apenas as lâmpadas incandescentes, que possuíam sua vida útil curta, diminuída ainda mais com liga–desligas freqüentes. As lâmpadas fluorescentes também sofrem alteração em seu tempo de vida com a freqüência do acender/apagar as luzes, porém, como sua vida útil é muito grande, a energia economizada com a lâmpada desligada, mesmo em pequenos intervalos de tempo, economicamente, é aconselhável. Por isso, sempre que se ausentar da sala ou de outro ambiente com iluminação artificial, apague as luzes!***

***É verdade que apagar a lâmpada sempre que sair de um recinto irá diminuir sua vida útil. Isso ocorre porque a vida útil de uma lâmpada é influenciada pela quantidade de acendimentos a que ela é submetida. Temos, porém, de pensar na questão custo/benefício: a energia economizada pelo apagamento das lâmpadas pode compensar a diminuição de sua vida útil. É difícil mensurar essa relação de custo/benefício, pois a vida útil da lâmpada depende de inúmeros fatores como fabricante, tipo de reator utilizado, ambiente onde a lâmpada está instalada, etc. A vida útil de uma lâmpada pode variar de 5.000 até 30.000 acendimentos de acordo com as condições de uso. Na dúvida, apague as luzes.***

***Economizar água significa economia de energia, tanto da escola quanto da cidade, porque a água precisa ser bombeada das regiões mais baixas para as mais altas, da entrada dos prédios até as caixas d'água. Ao se gastar menos água, menos água precisa ser bombeada e menos energia é utilizada.***

## 7.2 Tomadas e interruptores: recomendações

- Verificar contatos de tomadas e interruptores.
- Reapertar, a cada dois anos, todas as conexões e parafusos.
- Substituir peças trincadas ou quebradas por outras do mesmo tipo e procedência.
- Evitar, nas lavagens de paredes e pisos, molhar as tomadas e interruptores.
- Identificar, com pequenos avisos escritos, a voltagem das tomadas.

## 7.3 Luminárias e lâmpadas: recomendações

- Retirar a luminária apenas com a corrente desligada.
- Ao trocar uma lâmpada, deve-se limpar a luminária ou o refletor, com detergente neutro e verificar o estado dos soquetes e dos fios, bem como se as conexões estão apertadas.
- Caso haja queimas das lâmpadas em excesso, isso pode ser sinal de voltagem muito alta. Se a luminosidade parecer inferior ao esperado, pode ser variação negativa de voltagem. Procure ajuda de um profissional especializado.
- Caso haja gotejamento de água pela luminária e pela lâmpada, deve-se eliminar a causa do problema da goteira ou infiltração imediatamente.
- Quando a lâmpada fluorescente começa a piscar, é um sinal que está velha e deve ser trocada. Mas, se a lâmpada for nova e piscar, deve-se verificar os soquetes e a voltagem. Caso não resolva, trocar o starter, se houver, e verificar o reator.
- Caso a lâmpada fluorescente demore muito a acender ou fique com as pontas pretas muito cedo, deve-se trocar o starter e verificar a voltagem e o reator.
- Quando a luminária faz ruído, deve-se montar o reator em uma placa de borracha ou em um material com isolamento acústico.

IMPORTANTE

- Luminárias utilizadas em áreas descobertas ou externas, em que há umidade excessiva, podem ter seu tempo de vida diminuído, necessitando de manutenções e trocas mais freqüentes.

## 7.4 Disjuntores, fusíveis e quadro de energia: recomendações

- Deve-se tomar cuidado com os movimentos dos disjuntores, pois eles são acionados pela simples movimentação de suas alavancas.

- Em caso de sobrecarga momentânea, o disjuntor do circuito atingido se desligará automaticamente. Nesse caso, bastará religá-lo e tudo voltará ao normal. Caso ele volte a desligar, é sinal de que a sobrecarga continua ou que está ocorrendo um curto em algum aparelho ou no próprio circuito. Nesse caso, se o problema lhe parecer mais complexo, solicite os serviços de um profissional habilitado.

- Reaperte as conexões das chaves dos disjuntores a cada ano, pois as conexões frouxas ocasionam mau contato, fazendo com que a chave fique desarmando.

- Sempre que for fazer manutenção, limpeza, reaperto nas instalações elétricas ou mesmo uma simples troca de lâmpadas, desligue o disjuntor correspondente ao circuito ou, na dúvida, o disjuntor geral diferencial.

- Os fusíveis não são reparados, eles devem ser trocados. Para isso, desligue a chave, retire o fusível queimado, coloque o novo que deve ser igual ao anterior e religue a chave.

- Reapertar, a cada ano, todas as conexões do quadro de distribuição.

- As chaves usadas em instalação de prédios escolares podem ser do tipo faca, com fusíveis de rosca ou cartucho e ainda disjuntores. Podem ocorrer problemas de mau contato das facas com as garras ou de derretimento do isolante. No primeiro caso, nota-se um faiscamento entre as duas partes. Se estiverem em bom estado, desligue a chave com um alicate isolado, ajuste as garras. Se as partes estiverem em mau estado, troque a chave.

- Chamar eletricista habilitado quando o quadro estiver esquentando para verificar se há circuitos com carga de utilização maior que a inicialmente prevista ou se há mau contato nas ligações dos quadros e nos diversos aparelhos elétricos.

IMPORTANTE

## 7.5 Ar-condicionado: recomendações

A correta manutenção é fundamental para o perfeito funcionamento do equipamento. O sistema de ar-condicionado exige a troca periódica dos filtros, limpeza dos dutos e avaliação geral de todos os seus componentes. As partes móveis do sistema necessitam de avaliações pelo menos a cada cinco anos. A correta manutenção dos equipamentos é responsável por reduções de 10% a 15% no consumo de energia, então:

- Feche as portas e as janelas do ambiente quando o ar-condicionado estiver ligado.
- Regule o controle de temperatura para 25ºC no caso de equipamentos com controle digital. No caso de equipamentos sem marcação de temperatura (tipo *knob*, comum em ar-condicionado de janela), girar o *knob* para uma posição central da escala.
- Sugira a aquisição de modelos de ar-condicionado de janela que tenham o Selo Procel de Economia de Energia, com classificação A ou B (economia de até 34% no consumo de energia).
- Instale o aparelho em local de boa circulação de ar, evitando o posicionamento de objetos que obstruam a saída e/ou entrada de ar dos equipamentos.
- Observe, na instalação de ar-condicionado de janela e *splits*, as dimensões mínimas solicitadas pelo fabricante.
- Limpe periodicamente os filtros, pois filtros sujos diminuem a eficiência dos equipamentos e prejudicam a qualidade do ar no ambiente.
- Desligue o condicionador de ar sempre que o ambiente ficar vazio por períodos longos (mais de duas horas).
- Quando possível, feche as cortinas e/ou persianas no ambiente, evitando assim a entrada de calor excessivo.

- Proteja a parte externa do aparelho de ar-condicionado de janela ou a unidade condensadora do *split* da incidência do sol, sem bloquear as grades de ventilação.

## 7.6 Economia de energia

É importante estarmos atentos aos aspectos ambientais e promovermos a conscientização dos usuários e dos funcionários da escola para que colaborem em ações que tragam benefícios para a humanidade. Afinal, nós também somos responsáveis pelas gerações futuras do planeta, portanto, devemos colaborar, mesmo que pareça pouco, para o bem-estar de todos, para que no futuro, nossos filhos, netos e bisnetos também possam usufruir dos recursos energéticos.

**Veja aqui algumas dicas para que você possa colaborar em sua escola com o uso racional de energia**:

- Apague as luzes dos ambientes quando não estiverem em uso: salas de aula, sala de reunião, administração, corredores, banheiros, quadras de esporte, áreas externas, etc.
- Desligue, quando possível, equipamentos que não estejam sendo utilizados.
- Mantenha ligada apenas a iluminação que contribua para a segurança e funcionalidade do local.
- Ligue o sistema de iluminação somente onde não haja iluminação natural suficiente.
- O sistema de iluminação só deve ser ligado momentos antes do expediente.
- Utilize reatores eletrônicos em substituição aos eletromagnéticos.
- Avalie a possibilidade de instalar sensores de presença em locais de pouca movimentação, como escadas de circulação, almoxarifado, vestiários, etc.
- Se a escola possuir quadras esportivas ou estacionamento externo, verifique se as lâmpadas instaladas são eficientes e se possuem o sistema relé fotoelétrico (foto), que mantém as luzes acesas na ausência de luz natural.

- Utilize lâmpadas mais eficientes e adequadas para cada tipo de ambiente. A lâmpada de vapor de sódio, por exemplo, para grandes ambientes ou iluminação externa é mais eficiente que as lâmpadas de vapor de mercúrio ou as mistas.

- Para evitar fuga de corrente elétrica, realize manutenções, como: rever o estado de isolamento das emendas dos fios, reapertar as conexões do quadro de distribuição e as conexões das tomadas, interruptores e ponto de luz, verificar o estado dos contatos elétricos, substituindo peças que apresentam desgaste.

- Instale equipamentos e eletrodomésticos que possuam o Selo Procel de “Conservação de Energia”, pois esses consomem menos energia.

- Coloque o chuveiro elétrico na posição “verão” nos dias quentes, pois o consumo é 30% maior na posição “inverno”.

- Verifique periodicamente a conexão dos fios. Caso os fios estejam derretidos, deve-se verificar se a bitola dos fios da instalação está correta e se a conexão dos fios está bem feita.

- Observe a vedação das portas da geladeira e do *freezer*, caso existam, periodicamente. Vedação defeituosa representa desperdício de energia.

- Evite armazenar líquidos ou alimentos quentes na geladeira. Não coloque líquidos em recipientes sem tampa, pois gastam mais energia.

- Mantenha as serpentinas da geladeira ou do *freezer* sempre limpas.

- Nunca forre prateleiras da geladeira com plásticos ou vidros. Isso dificulta a passagem de ar e provoca grande consumo de energia.

- O degelo do *freezer* ou da geladeira deve ser realizado sempre que a camada de gelo atingir a espessura de 1 centímetro.

- Quando não for utilizar o computador, monitor, impressora ou copiadora por longos intervalos de tempo, desligue-os. Pelo menos, desligue o monitor, responsável por 60% do conjunto torre + monitor que compõe o microcomputador. No caso de sala de microcomputadores (com uma rede), pode-se conservar energia desligando-os nos fins de semana, feriados, à noite ou a qualquer outro período longo em que eles não sejam utilizados.

## 7.7 Descarte de equipamentos eletrônicos e lâmpadas

### 7.7.1 Equipamentos eletrônicos

Você já parou para pensar na quantidade de sucata tecnológica produzida diariamente? São equipamentos eletrônicos aposentados, celulares, televisores, aparelhos de som, computadores, materiais de escritório, acessórios de pesquisas escolares, mídias em geral, como, disquetes, CDs e DVDs. Todo esse aparato que faz parte da vida moderna um dia fica obsoleto ou perde sua utilidade. O lixo eletrônico constitui-se num problema relativo ao descarte de resíduos de maior crescimento no mundo.

***Os produtos eletrônicos possuem elementos tóxicos em sua composição, como chumbo, mercúrio e cádmio que quando são descartados de forma errada soltam toxinas que podem afetar gravemente a saúde do ser humano.***

No Brasil, ainda não existe uma lei que regulamente o descarte de eletrônicos. O lixo eletrônico, ao ser descartado, junto com outros dejetos, nos lixões e nos aterros sanitários, libera com o tempo elementos tóxicos que se dissolvem no solo e contaminam os lençóis freáticos ou são liberados na atmosfera, prejudicando o meio ambiente. Contudo tramitam projetos de lei para vedar o descarte desses produtos em lixo doméstico ou comercial, propondo sistemas de coleta e destinação adequadas.

A União Européia promulgou uma lei sobre descarte de material eletrônico que visa a limitar a quantidade total de lixo que termina descartado em aterros sanitários, assim como dar outro destino às inúmeras substâncias tóxicas que podem contaminar ambientes que afetam o meio ambiente. De acordo com as normas, o consumidor de aparelhos elétricos e eletrônicos pode devolvê-los ao fabricante quando estiverem velhos sem pagar nada por isso. As empresas devem aceitar os equipamentos de volta, reciclando-os ou descartando-os corretamente. A idéia é que, no decorrer dos anos, essa obrigatoriedade estimule a produção de equipamentos menos nocivos ao meio ambiente.

IMPORTANTE

***Onde encaminhar os resíduos tecnológicos da escola que você trabalha ou de sua residência? O que fazer?***

Algumas soluções são fundamentais para a resolução do problema como:

- Reduzir o consumo desenfreado de mídias (CDs/DVDs) – embora o resíduo da reciclagem deles (policarbonato e metais) possa ser usados em diversas aplicações, o custo/benefício da operação ainda é discutível.
- Equipamentos eletrônicos sem uso podem ser: devolvidos ao fabricante (quando esse tiver um programa específico para isso), vendido ou doado para uma instituição de caridade (existem organizações filantrópicas que aceitam todo o tipo de eletrônicos usados, desde computadores e cartuchos de tinta vazios até televisores e celulares).

### 7.7.2 Lâmpadas

As lâmpadas fluorescentes, quando intactas, são uma ótima opção para quem quer economizar energia. Contudo, quando quebram, elas liberam seu conteúdo de vapor de mercúrio que causa intoxicação quando aspirado. Dependendo da temperatura do ambiente, o vapor de mercúrio pode permanecer no ar por muitos dias. O aterramento das lâmpadas também é nocivo porque provoca a infiltração do mercúrio no solo, atingindo mananciais e entrando na cadeia alimentar

humana. Essa substância tóxica é nociva ao ser humano e ao meio ambiente.

Ainda que o impacto sobre o meio ambiente causado por uma única lâmpada seja desprezível, o somatório das lâmpadas descartadas anualmente (cerca de 70 milhões só no Brasil) terá efeito sensível sobre os locais onde as lâmpadas são dispostas.

***Existe uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que define pela NBR 10.004 as lâmpadas fluorescentes como um produto perigoso, pertencentes ao grupo I, de resíduos perigosos. Portanto, a partir da vigência dessa norma, toda instituição que gere lâmpadas queimadas deverá atentar aos requisitos normativos para sua manipulação, armazenamento e destino final.***

***Uma opção para a destinação das lâmpadas é a reciclagem de seus componentes, basicamente o mercúrio, o alumínio e o vidro. Há algumas empresas no Brasil que oferecem esse tipo de serviço, como a Apliquim Tecnologia Ambiental em Paulínia (SP), a HG Descontaminação em Nova Lima (MG) e a Mega Reciclagem (PR).***



Para que as lâmpadas fluorescentes sejam apropriadamente encaminhadas para descontaminação, recomenda-se que sejam separadas do lixo orgânico e dos demais materiais recicláveis. Essas deverão estar acondicionadas nas embalagens originais (caixas de papelão) e acomodadas dentro de um contêiner metálico, quando possível.

• *Procure implementar ações individuais e coletivas de economia de energia, tais como as recomendadas neste capítulo, visando ao uso racional dos recursos na sua escola.*

• *Muitas vezes o prédio da escola foi construído há muito tempo. As plantas do projeto elétrico podem até estar perdidas. Verifique se elas existem e estão atualizadas. Sugira a visita de um engenheiro elétrico para orientar uma possível "atualização" ou mesmo reforma das instalações e dos equipamentos.*

• *Liste os aparelhos elétricos e eletrônicos da sua escola e faça uma planilha com a previsão de inspeção/manutenção de cada um deles. Efetue as ações de manutenção recomendadas para a rede elétrica e para os aparelhos, registrando em seu memorial e, se for o caso, no relatório da Prática Supervisionada.*

• *Qual o destino do resíduo eletrônico e das lâmpadas da sua escola? Se possível, com um grupo de funcionários e professores da sua escola, descubram quais são as empresas que recebem esses resíduos em sua cidade ou fora dela. Informem os dados obtidos aos responsáveis pelo "lixo eletrônico" da sua escola para que tomem as medidas recomendadas para o descarte correto. Registre em seu memorial.*

IMPORTANTE

# REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão*. Rio de Janeiro, 2004.

CREDER, H. *Instalações elétricas*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 1991.

MANUAL PIRELLI DE INSTALAÇÕES ELÉTRICA. Pirelli. São Paulo: Editora Pini, 2001.

NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUIÇÃO. *NTD – 6.01*. 1. ed. Brasília: CEB, 1997.

MANUAL DO PROPRIETÁRIO. Termo de Garantia – aquisição, uso e manutenção do imóvel, operação do imóvel. Associação de Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário do Distrito Federal (Ademi), 2004.

SOUZA, A. P. A. *Uso da energia em edifícios*: estudo de caso de escolas municipais e estaduais de Itabira, Minas Gerais. Dissertação (Mestrado)–Centro Federal de Educação Tecnológica, Minas Gerais, 2005.

EDIFÍCIOS INADEQUADOS. *Revista Téchne*, n. 33, mar./abr. 1998.

FORÇA DOMADA: quilowatts de economia. *Revista Téchne*, n. 53, ago. 2001.

YAZIGI, W. *A técnica de edificar*. São Paulo: Editora Pini, 1999.

***Sites* pesquisados:**

www.aneel.gov.br

www.philips.com.br

www.aureside.org.br

www2.eletronica.org

www.celpe.com.br

www.furnas.com.br

www.cepel.br